

# علم الرياضيات

تأليف

زیاودن ساردر

جیری رافتز

بورین فان لون

ترجمة

ممدوح عبد المنعم محمد

مراجعة وإشراف وتقديم

إمام عبد الفتاح إمام

# Introducing... Mathematics

**& Ziauddin Sardar  
Jerry Ravetz  
Borin Van Loon**

## أفدهم لك... هذه السلسلة!

ليست أفكار الفلسفة هي وحدها الغامضة، بل هناك أيضاً كثرة كثيرة من الأفكار العلمية - في جميع العلوم تقريباً بلا استثناء - يصعب على القارئ غير المتخصص أن يستوعبها بسهولة، ومن ثم فهي تحتاج إلى شرح وإيضاح بالرسوم والصور فما هو الشعور واللا شعور؟ وما هو الفرق بين الذهن والمخ، وكيف نتعامل معهما. وما هي الوراثة والمورثات؟ وما الرياضيات، ولماذا كانت غامضة بالنسبة لمعظم الناس؟

كما أننا نحتاج إلى أن نعرف شيئاً عن كبار من العلماء بطريقة مبسطة - عن فرويد ويونج وكلاين ونيوتن وهوكنج .... الخ.

وإذا كانت الأعداد الستة الأولى من هذه السلسلة قد عرضت لمجموعة من الفلاسفة لاستجلاء غوامض أفكارهم عن طريق الرسوم، والصور، والأشكال التوضيحية، فأنا نفعّل الشيء نفسه بالنسبة للأفكار العلمية، عن الشعور، واللاشعور، والذهن، والمخ .... الخ. وغيرها من أفكار وإننا نأمل أن يجد فيها القارئ نفس المتعة السابقة.

المشروع القومي للترجمة

أقدم لك ...

# علم الرياضيات

تأليف

زياودن ساردر

جيرى رافتز

بورين فان لون

ترجمة

ممدوح عبد المنعم

مراجعة وإشراف وتقديم

إمام عبد الفتاح إمام

المجلس الأعلى للثقافة

٢٠٠٢

رقم الإيداع بدار الكتب المصرية

٢٠٠٢/٤١٧١

الترقيم الدولي I.S.B.N

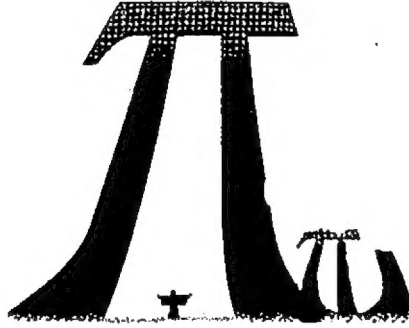
977-5769-45-0



المشروع القومي للترجمة  
بإشراف: جابر عصفور

هذه ترجمة لكتاب

# THE MATHEMATICS



Ziauddin Sardar  
Jerry Ravetz and  
Borin Van Loon

---

حقوق الترجمة والنشر بالعربية محفوظة للمجلس الأعلى للثقافة  
شارع الجبلية بالأوبرا - الجزيرة - القاهرة. ت: ٧٣٥٢٣٩٦ فاكس: ٧٣٥٨٠٨٤  
El Gabalaya St. Opera House, El Gezira, Cairo  
Tel: 7352396 E.Mail: asfour@oncbox.com

---

تهدف إصدارات المشروع القومي للترجمة إلى تقديم كافة الاتجاهات والمذاهب الفكرية للقارئ العربي وتعريفه بها ، والأفكار التي تتضمنها هي اجتهادات أصحابها في ثقافتهم المختلفة ولا تعبر بالضرورة عن رأى المجلس الأعلى للثقافة .

## «مقدمة»

### بقلم المراجع

«أقدم لك.. هذا الكتاب!»

هذا هو الكتاب الحادى عشر فى سلسلة «أقدم لك..» وهو يدور حول « الرياضيات ...»

والواقع أن الرياضيات ترتبط بالفلسفة ارتباطاً دقيقاً منذ فجر الفلسفة عندما كتب أفلاطون على باب الأكاديمية «مَنْ لم يكن رياضياً فلا نصيب له عندنا» أو «من لم يكن مهندساً فلا يدخل علينا». وجعل الرياضيات مدخلاً إلى الفلسفة واشترط كلامه دراسة الرياضيات كخطوة تمهيدية لدراسة الفلسفة - ولقد كان برتراند رسل فى الفلسفة المعاصرة هو المثل النموذجى لهذه الرابطة ، فقد دخل إلى الفلسفة من باب الرياضيات عندما حاول تعريف «العدد» ، وكما حاول فى كتابه «أصول الرياضيات» أن يحدد معنى اللامعرفات..

وربما اشتركت الرياضيات أيضاً مع الفلسفة فى خاصيتين هامتين هما «التجريد» و «الصورية» - ولعل هذا هو السبب فى شكوى الناس من الرياضيات، ومن الفلسفة فى آن معاً. (لأن التفكير البشرى يبدأ بالمحسوسات ويتمسك بها ويجد صعوبة فى الانتقال من المحسوس إلى اللامحسوس أو المجرد!) - ولهذا السبب يبدأ المؤلف فى الصفحة الأولى من كتابه بالحديث عن شكوى الناس من الرياضة متصورين أن الناس ينقسمون قسمين أشخاص يفهمون الرياضيات (وهم نوع خاص من البشر) وأشخاص لا علاقة لهم بها!

لكنه يبين لنا مدى حاجتنا إلى الرياضيات التى يرى أن الحياة لا يمكن تصورها بدونها. فنحن نحتاج إلى الرياضيات فى البيع والشراء، وفى التسوق، وإعداد ميزانية

المنزل، وإدارة أعمالنا، وبناء منازلنا، دائماً في أعمالنا المصرفية، وعمل الخرائط، والسفر حول العالم بل حتى إلى الخروج من عالمنا إلى الفضاء الخارجي! بل إن الرياضيات ضرورية للعلم والاقتصاد والطب والتكنولوجيا باختصار هي المحرك الذي يحرك حضارتنا الصناعية !.

ثم يبدأ المؤلف في الحديث عن «علم الحساب» وتاريخه ومساره مع مراحل البشرية والحضارات القديمة، وهو العلم الذي بدأ عند القبائل البدائية بالعدّ فالعدّ قديم قدم الكتابة أو لعلّة أقدم منها، فقد استخدم الإنسان الأول الخطوط القائمة للدلالة على الأرقام، فرسم الواحد هكذا I والاثنين هكذا II والثلاثة هكذا III .. الخ، واستخدم الصينيون هذا الأسلوب حتى الخمسة IIIII ، ثم عبروا عن الستة بخط قائم يعلوه خط أفقى هكذا T ، وعن السبعة بخطين قائمين يعلوهما خط أفقى TT وعن الثمانية بثلاثة خطوط يعلوها خط أفقى TTT وهكذا.

أما المصريون القدماء فقد رمزوا إلى الواحد بخط قائم I، وللاثنين بخطين قائمين II ورمزوا للعشرة بباب مقنطر ضيق I، ومعظم طرائق العد مبنية على أساس الخمسة باعتباره عدد أصابع اليد الواحدة، أو على العشرة باعتبار عدد أصابع اليدين الاثنتين، أما البابليون فاتخذوا من الستين وحدة عددية، ودوّن اليونان الأعداد بالحروف الهجائية فجعلوها حرف a للواحد، وحرف b للاثنين، وهكذا حتى العشرة، واعتبروا الـ f الحادى عشر مقابل العشرين، والحرف الثانى عشر مقابل الثلاثين .. وهكذا.

أما الهنود فقد جعلوا للأرقام رموزاً مستقلة هي ١, ٢, ٣, ٤, ٥ .. الخ، واخترعوا الصفر، لكنهم لم يحسنوا استغلال تلك الأرقام ولم يفيدوا من اختراع الصفر.

ولقد أخذ العرب هذه الأرقام والصفر عن الهنود وعن العرب أخذ الغربيون الأرقام الهندية وسموها الأرقام العربية، وأخذوا الصفر أيضاً باسمه العربى «صفر» (أى فارغ أو خال) ولفظ Cipher فى الإنجليزية (ومعناها صفر أيضاً) خير دليل على ذلك، ويقال : إن اختراع الصفر كان من أهم المنجزات الفكرية وبدون ما كانت الرياضيات الحديثة أمراً ممكناً..

والواقع أن الكتاب يعطى للحضارة العربية دوراً عظيماً فيما أسهمت به فى تاريخ



الرياضيات فنراه يقول صراحة : « قام المسلمون بتوحيد الفكر الرياضى فى جميع الحضارات السابقة عليهم فأدمجوا الجبر والعلاقات الحسابية البابلية والصينية والهندية بالعلاقات الهندسية اليونانية والهلنستية، وينتهى إلى أنهم كانوا على درجة عالية جداً من الجرأة فى «تعاملهم مع العمليات الحسابية» ثم يتحدث عن شخصيات عظيمة مثل الخوارزمى «مؤسس علم الجبر» وتطويره عند «الصموعل» والكراجى، وعمر الخيام الشاعر وعالم الرياضيات، والبطانى وغيرهم من أعلام المفكرين المسلمين..

والكتاب فى الواقع متعة لا تقدر حتى بالنسبة لغير المتخصص ، وإننا لنأمل أن نكون بترجمته قد قدمنا خدمة متواضعة فى المشروع القومى للترجمة.

والله نسأل أن يهدينا جميعاً سبيل الرشاد،

المشرف على المشروع

إمام عبد الفتاح إمام



## لماذا الرياضيات ؟

يشن كل شخص عند الذكر المطلق للرياضيات ، فالكثير من الناس يعتقدون أن العالم مقسم إلى نوعين من الناس . الأول هم الأشخاص بالغو الذكاء الذين يفهمون الرياضيات وهم بالطبع ليسوا من النوع الذى يمكن مقابله فى إحدى حفلات السمر ...



ولكننا جميعاً نحتاج لفهم الرياضيات إلى حدٍ ما، فبدون الرياضيات لا يمكن تصور الحياة.







في الواقع أصبحت الرياضيات دليلاً للعالم الذي نعيش فيه، العالم الذي نشكله ونغيره والذي نعتبر نحن جزءاً منه. ولأن العالم أصبح معقداً لدرجة كبيرة وكذلك الأشياء المشكوك فيها أصبحت مهمة ومنذرة ، فنحن نحتاج الرياضيات لوصف المخاطر التي نواجهها ولنخطط لمعالجتها.

وتتطلب قدرة التعامل مع الرياضيات موهبة خاصة ومهارة مثل أى مجال آخر للمحاولات البشرية كالرقص مثلاً. والرياضيات أنيقة جداً وجميلة فى روحها تماماً مثل الأداء الجاد المعقد لفرقة الباليه الماهرة. وبالرغم من أن معظمنا لا يستطيع أن يكون راقص باليه محترف لكننا نعرف كيفية الرقص وفعلياً من الممكن أن نرقص . وبالمثل يجب أن نعرف جميعاً ما تتناوله الرياضيات وأن تكون لدينا القدرة على فهم ومعالجة بعض الخطوات الأساسية.



## الحساب



إلى حد ما يستعيد  
المبتدئون في الرياضيات في  
أذهانهم خطوات تطور البشرية  
في معرفة الرياضيات

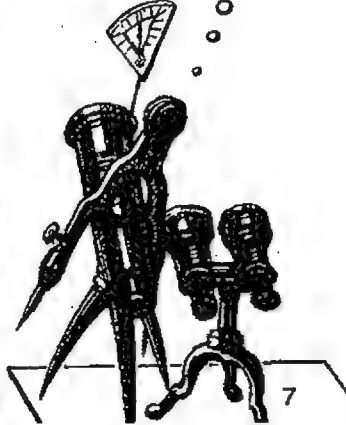
يتعلم الأطفال  
في المدرسة  
كيفية العد

والحساب والقياس

وبمجرد تعلمهم ذلك تبدو هذه الطرق  
أنها ابتدائية، ولكن بالنسبة للمبتدئين تبدو أنها  
مليئة بالألغاز.

أصبحت عملية تسمية الأرقام مثل التعويذة وخاصة  
عند التعامل مع أكبر رقم، فالعد إلى مائة ممل  
ولكن العد إلى ألف يشبه تسلق الجبال !  
ترى ما هو الرقم الأخير أو أكبر الأرقام على  
الإطلاق ؟

إذا لم يكن  
لهذا موجوداً ، فما يوجد  
في النهاية ؟



كيف أسمى الأرقام كما نقرأهم واحداً نلو الآخر، ربما يكفي تسمية عدد قليل من الأرقام. تستطيع بعض الحيوانات تمييز التجمعات المختلفة حتى خمسة أو سبعة أفراد، وما يزيد عن ذلك يطلق عليه «العديد» فقط. ولكن إذا كنا نعرف أن الأرقام تزداد دون توقف فلا يمكننا إطلاق الأسماء الجديدة بدون توقف.



لم تكن لغة الهنود Dakota <sup>(١)</sup> مكتوبة ولكنها كانت عبارة عن قطعة من القماش مرسوم عليها صور بالحبر الأسود، وفي كل سنة يتم رسم صورة جديدة لتوضيح الحدث الرئيسي في السنة المنقضية.

(١) الداكوتا Dakota - قبيلة من الهنود الحمر في الولايات المتحدة الأمريكية تستخدم لغة خاصة بها هي اللغة السوانية Siouan (المراجع).



وأفضل طريقة لعملية تنظيم التسمية والعد هي اتخاذ «أساس» وهو عبارة عن رقم يميز بداية العد مرة أخرى. وأبسط أساس هو اثنان، فعلى سبيل المثال قامت مجموعة من الأستراليين البدائيين (Gumulgal) بالعد بالطريقة التالية :

١ = أورابون

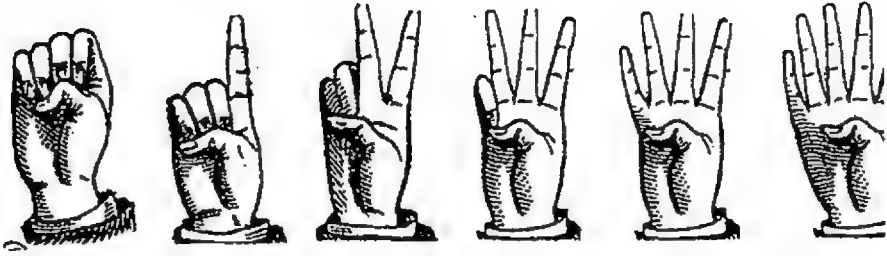
٢ = أوكاسار

٣ = أورابون - أوكاسار

٤ = أوكاسار - أوكاسار

٥ = أوكاسار - أوكاسار - أورابون.





وتعتبر أصابع اليد مفيدة في تعريف الأساسات، بعض الأنظمة تستخدم الخمسة كأساس والبعض الأكثر شيوعاً يستخدم العشرة. ويمكن استخدام العديد من الأساسات الأخرى. فعلى سبيل المثال العملة المتداولة في بريطانيا قديماً كان بها العديد من الأساسات : إثنا عشر (بنس في كل شلن) وبعد ذلك عشرون (شلن في كل جنيه استرليني) وحتى واحد وعشرون (شلن في كل جنيه إنجليزي). لذلك كان يلزم وجود مساعدين في الأسواق للمساعدة في عمليات تقدير الفواتير أما عند الشراء بالتقسيط فربما يتم إخبار الناس أن رداء غرفة المعيشة يتكلف ١٥٥ جنيه إنجليزي أو ما يعادل ١٠٤ قسط أسبوعي قيمته جنيه استرليني وخمسة عشر شلناً وسبعة بنسات ونصف.



هناك أساس آخر شائع وهو عشرون (أصابع القدمين واليدين) وقد استخدمه الـ (Yoruba) بالإضافة إلى خاصية الطرح عند التعبير عن الأرقام الكبيرة داخل هذا الأساس.

وقد كان لديهم أسماء مختلفة الأرقام واحد (أوكان) وحتى عشرة (إيوا). ومن إحدى عشر وحتى أربعة عشر كانوا يقومون بعملية الإضافة مثل إحدى عشر هو (واحد بالإضافة إلى عشرة) وأربعة عشر هو «أربعة مضافون إلى عشرة». أما الأرقام من خمسة عشر وحتى تسعة عشر فكانوا يقومون بالطرح مثل خمسة عشر هي «عشرون ناقصة خمسة» وتسعة عشر هي «عشرون ناقصة واحد».

ويظل هذا الأساس مستخدماً في الأرقام الفرنسية حيث إن ثمانين هي «أربعة عشرونات» أما تسعة وتسعون فهي أربعة عشرونات وتسعة عشر.



المتعاملون مع  
الحسابات يستخدمون أساسات  
منية على اثنين

وعلى ذلك لا يوجد هناك أساس واحد مفضل، ربما يمكننا التفكير في نظام أرقام يتم تصميمه بصفات مختلفة وهي : يسهل تذكُّره وملائمه في تسميته ومفيد في الحساب إلخ.





## الأرقام المكتوبة



من الممكن العد بطريقة فعالة في ثقافة ما دون كتابته، ولكن الحساب يتطلب عند ذلك ذاكرة كبيرة ومهارات خاصة. ولما كانت الكتابة منتشرة في الكثير من الحضارات، ظهرت العديد من أنظمة العد، البعض منها كان معقداً تماماً.



وقد استخدم الأزتك (●) نظاماً مبنياً على عشرين به أربعة رموز

الواحد رُمز له بنقطة تعبر عن حبة الذرة. ●

٢٠ تم تمثيلها بعلم. P

٤٠٠ تم تمثيلها بنبات الذرة. 🌾

٨٠٠٠ تم تمثيلها بدمية الذرة. 🧒

ويمكن استخدام هذه الرموز للتعبير عن كل أنواع الأرقام وعلى سبيل المثال الرقم ٩٢٨٧ يمثل كذلك :



(●) الأزتك : شعب متمدن حكم المكسيك قبل أن يفتحها الأسبان.



١

٢

٣

٤

٥

٦

٧

٨

٩

١٠

١١

١٢

١٣

١٤

١٥

١٦

١٧

١٨

وكان نظام الترقيم عند الـ «Mayans» به ثلاثة رموز فقط :



لذلك

... ٣ هي

... ١٣ فهي

ويتم تمثيل العشرين بـ



ولقد استخدم المصريون القدماء مخطوطة تصويرية (الهيروغليفية) لكتابة أرقامهم.



تبدأ هذه الصور من  
واحد وتزداد بعشرة أضعاف  
حتى تصل في النهاية إلى  
عشرة ملايين



وقد استخدم البابليون نظاماً يتخذ من ٦٠ ومضاعفاته أساساً له بالرموز التالية :

100 100 100 100 100

بعد ذلك قاموا بتطوير نظام مبني فقط على قيمتين :

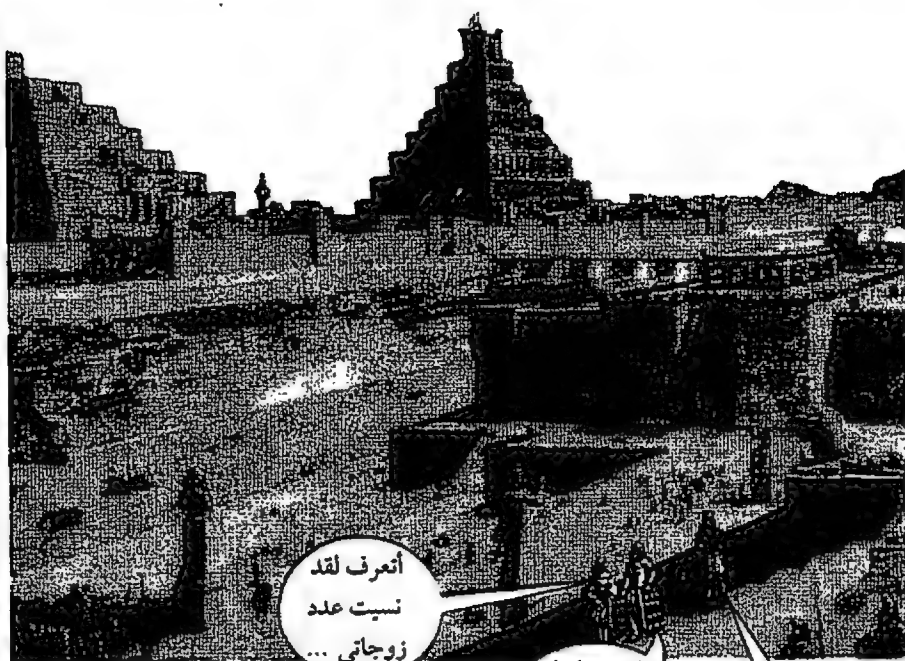
٢ ترمز للواحد أو ٦٠ على حسب موقعها و ﴿ ترمز للعشرة

لذلك يمكن كتابة ٩٥ على النحو التالي :

$$95 = 60(1) + 35$$

$$90 = 7 \cdot (1) + 20$$

٢٢٢



ولقد بقي النظام السنوي البابلي حتى هذه الأيام، فالدائرة تحتوى على ٣٦٠ درجة والساعة بها ٦٠ دقيقة، ونحتوى الدقيقة على ٦٠ ثانية.

وقد استخدم الصينيون القدماء نظام أعداد له أساس ١٠ برموز للأرقام من واحد وحتى عشرة والمائة والألف وكذلك العشرة آلاف ، وبعد ذلك طور الصينيون صيغة للعد باستخدام قطع مستقيمة (سيقان).



(\*) مصفحة : صفيحة طباعية تصنع بصب المعدن في قالب من الورق المعجون.

وقد قدم الصينيون اختراعاً عظيماً وهو وضع الرموز المكتوبة في عالم من الأسماء المنطوقة للأرقام، وكان هذا عبارة عن نظام لـ «القيمة المكانية». حيث تعتمد تسمية الرقم (كتعبير عن الكمية) على مكانه في صف الأرقام. لذلك من الممكن أن يكون الرقم (٢) هو اثنان أو عشرون أو مائتان على حسب موقعه، وهذا يعني أنه لا يلزم تسمية الأساسات الأعلى، فمن المعروف أن (٢) في الرقم (٢٣٤) تعني ٢٠٠.



أما الهنود فقد طوروا ثلاثة أنواع واضحة لأنظمة الأعداد.

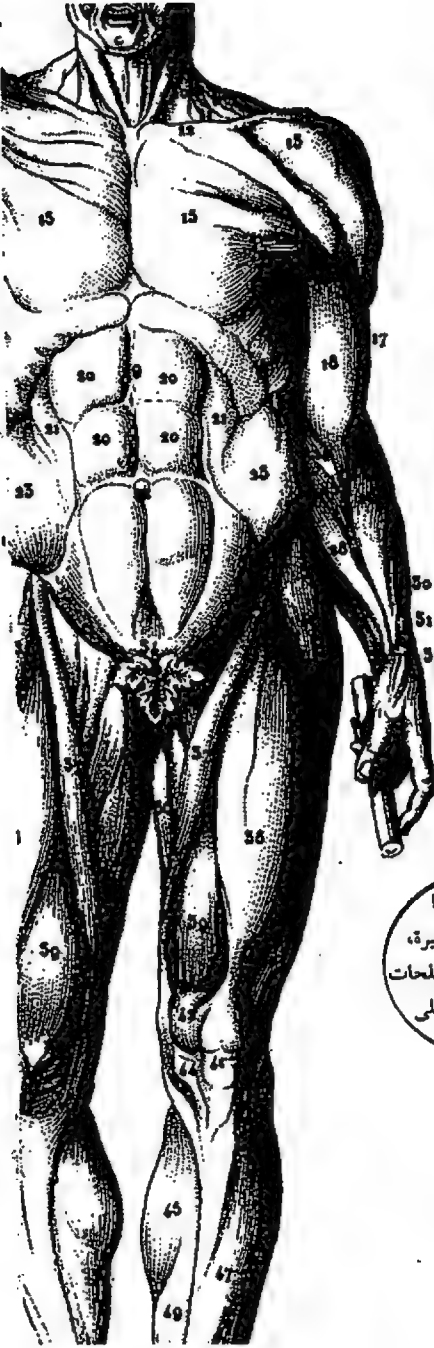
قام (Kharosthi) باستخدام رموز للعشرة والعشرين وتم التعبير عن الأرقام من ١ حتى ١٠٠ بالجمع.

أما الـ (Brahmi) فقد استخدموا رموزاً منفصلة للواحد، الأربعة حتى التسعة والعشرة والمائة، وهكذا.

أما Gwalior فكان لديهم رموز للأرقام من واحد وحتى التسعة وكذلك للصفر.

فكر في عدد ما ...  
حسناً، الآن ضاعفه ...  
م أحب ثلاثة أضعافه ...  
لهم أربعة أضعافه ...

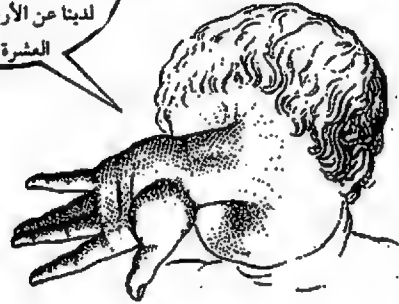
ولقد قام الهنود بالتعامل مع الأرقام الكبيرة براحة تامة، حيث أعطت النصوص الهندية القديمة أسماء لأرقام كبيرة مثل ١٠٠٠, ٠٠٠, ٠٠٠, ٠٠٠ (باراردما Parardha).



وكان للقدماء اليونانيين نظامان متوازيان للأعداد، الأول كان مبنياً على الأحرف الأولى للأعداد، مثلاً يرمز للخمسة بالحرف باى ( $\pi$ ) أما العشرة فيرمز لها بدلتا ( $\Delta$ ) والمائة بالصيغة القديمة للحرف (H) وهكذا.

أما النظام الثانى والذي ظهر فى القرن الثالث قبل الميلاد فقد استخدم كل حروف الهجاء اليونانية وثلاثة من الحروف الفينيقية ليصبحوا سبعة وعشرين رمزاً رقمياً. وكانت أول تسعة أحرف ترمز للأرقام ١ حتى ٩؛ أما التسعة التالية فكانت ترمز للعشرات من ١٠ وحتى ٩٠ أما التسعة أحرف الأخيرة فكانت ترمز للمئات من ١٠٠ وحتى ٩٠٠.

نحن اليونانيين قاومنا الخوف من الأرقام الكبيرة، بصعوبة عبر علم المصطلحات لدينا عن الأرقام التى تلى العشرة آلاف





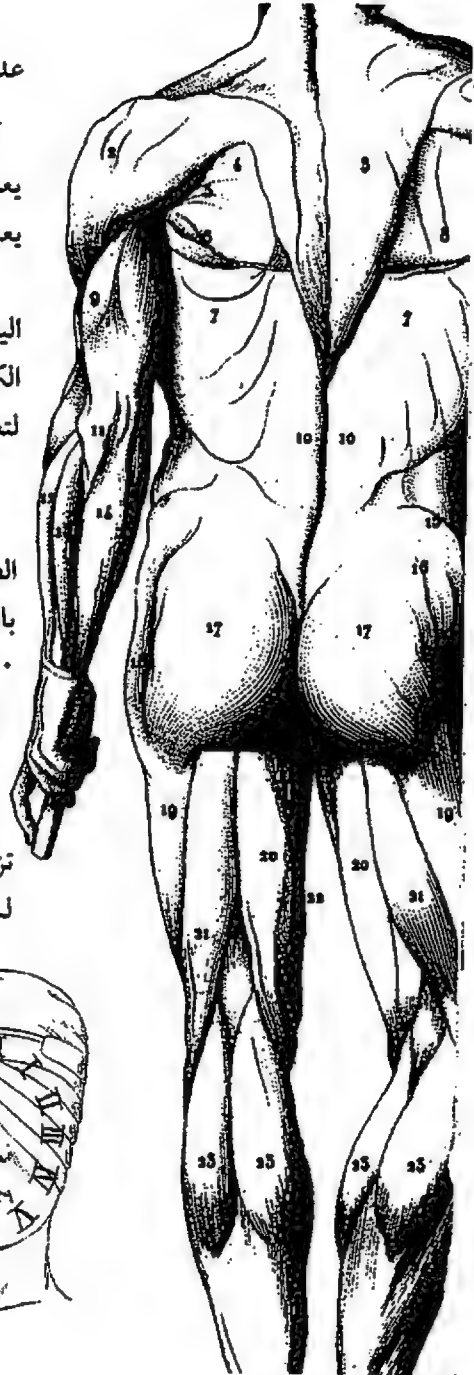
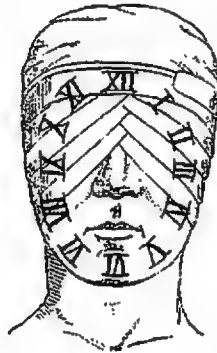
أما النظام الروماني فكان يحتوى على عدد سبعة رموز للأرقام: I يعبر عن ١، و

V يعبر عن ٥، و X يعبر عن ١٠، و L يعبر عن ٥٠، و C يعبر عن ١٠٠، و M يعبر عن ١٠٠٠.

وكانت الأرقام تكتب من اليسار إلى اليمين حيث تكتب الأرقام ذات القيمة الكبيرة في اليسار ثم تُجمع مع بعضها لتعطى قيمة الرقم المشار إليه. وعلى ذلك LX هو ٦٠.

وللملاءمة، كان الرقم ذو القيمة الصغيرة الموضوع على اليسار يُفسر بالطرح، وعلى ذلك الرقم McM يعنى ١٩٠٠.

والأرقام الرومانية بالرغم من أنها لا تزال تستخدم الآن كوسيلة للتزيين، إلا أنها لم تكن مناسبة لعمل الحسابات السريعة.



وقد أدى استخدام حروف الهجاء للتعبير عن الأرقام إلى ظهور فن التنبؤ العالي في تطوره والذي يسمى Gomatria . ويقوم أحد الأشخاص بترتيب أحرف كلمة ما أو اسم على وجه الخصوص ليكون رقماً ما ثم يقوم بتفحصه للبحث عن نوع ومعنى لهذا الرقم. والشخص الذي ينتج اسمه رقماً مثل ٦٦٦ (عدد الحيوانات في التوراة) كان يوضح شيئاً سيئاً !



وقد طورت الحضارة الإسلامية (منذ ٦٥٠ بعد الميلاد وحتى الآن) مجموعتين متشابهتين من الأرقام. كانت واحدة منهم تستخدم في الجزء الشرقي (بلاد العرب وفارس).

أما الأخرى فكانت تستخدم في الجزء الغربي (بلاد المغرب والأندلس). وكلتا المجموعتين كانت تحتوى على عشر رموز من الصفر وحتى التسعة.

المجموعة الشرقية : ٠ ٩ ٨ ٧ ٦ ٥ ٤ ٣ ٢ ١

المجموعة الغربية : ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ٠

وقد بقيت المجموعة الشرقية تستخدم حتى الآن في العالم العربي، أما المجموعة الغربية والتي تدعى الأرقام العربية فهي تمثل نظام الأرقام الذي نستخدمه جميعاً في هذه الأيام.

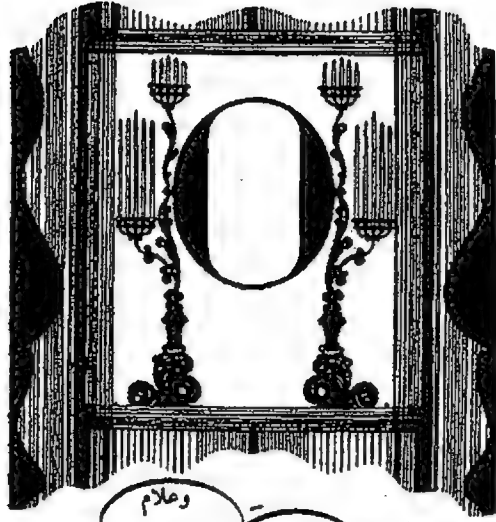


## الصففر

يعتبر الصففر اختراعاً متأخراً نسبياً (حيث تم وضعه فى القرن السادس بعد الميلاد)، ويبدو أنه ناتج عن ارتباط الحضارتين الصينية والهندية. وقد كان الصينيون يحتاجونه للتعبير عن قيمة المكان - كيف مثل الصينيون المكان الخالى فى الرقم متتين وخمسة ؟ والرقم ٢٥ يعتبر خطأً لذلك كان يلزم شىء ما يوضع فى المكان الخالى مثل ٥ - ٢. لكن المعنى الكامل للصففر كان قد تم تطويره فى الحضارة الهندية، حيث إن التأملات الفلسفية فى الفراغ كانت قد تطورت بدرجة كبيرة.



وهذا النوع من الخلفية الثقافية كان ضرورياً جداً للاختراع، وللصفر على وجه الخصوص. والصفر يمكن أن نتعامل معه مثل بقية الأرقام حيث إننا من الممكن أن نقوم بالجمع عليه.



ولكن عملية ضرب الصفر مع أي رقم آخر تعطي صفر. ومن الممكن أن نقوم بعمل تناقضات باستخدام معادلة مثل  $0 \times 4 = 0 \times 2$  وبعد ذلك نهمل الصفر لتصبح  $4 = 2$ .



وعلام نحصل ... عند قسمة أي شيء على صفر؟ ما لا نهاية!

وبينما يعتبر الصفر ضرورياً في الحسابات ولكنه يُستبعد في العد. فأول شيء في صف أشياء لا يقال له «الصفرى». وهناك تناقض واضح في التقويم الميلادى : تسمى الفترة ١٩٠٠ - ١٩٩٩ بالقرن العشرين حيث لم يكن هناك قرن صفرى في بداية التقويم الميلادى.

والصفر له معنيان كما هو واضح من «أضحوكة الصفريات»، حيث يتحدث مرشد في أحد المتاحف إلى المجموعة المدرسية :



... كما قد تعلمته في المدرسة ! لم يقم أحد بإخبارها أن الأصفار بعد ٦٥ كانوا مجرد ملء خانات وليسوا للعد. فبالنسبة لتلك الأصفار لدينا  $٤ \times ٠ = ٠$  وكذلك  $٤ + ٠ = ٠$  ! ربما الوعي بتلك التناقضات هو الذي جعل الرياضيين الأوائل مرتابين من الأرقام الغريبة مثل الصفر.

## أرقام خاصة

إلى جانب الصفر،  
هناك أنواع أخرى من  
الأرقام الخاصة التي  
يجب أن نكون على  
دراية بها.

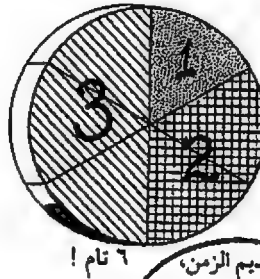
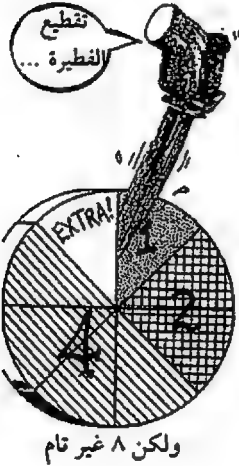
البعض منهم «أرقام بالطبيعة»  
التي من الممكن أن يقال إن  
لديها خصائص سحرية. الأرقام

٧، ٥، ٣ و ١٣ كل منهم رقم خاص بطريقته الخاصة، وهناك أيضاً  
أنواع من الأرقام يتم تعريفها من خلال خصائصها الحسائية التي  
تجذب الاهتمام.

الأعداد الأولية هي تلك الأعداد التي لا  
تقبل القسمة إلا على نفسها أو الواحد

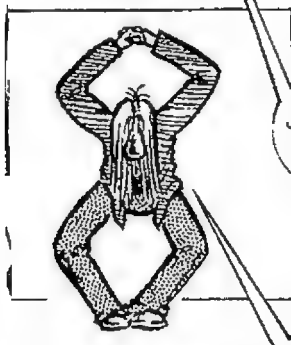
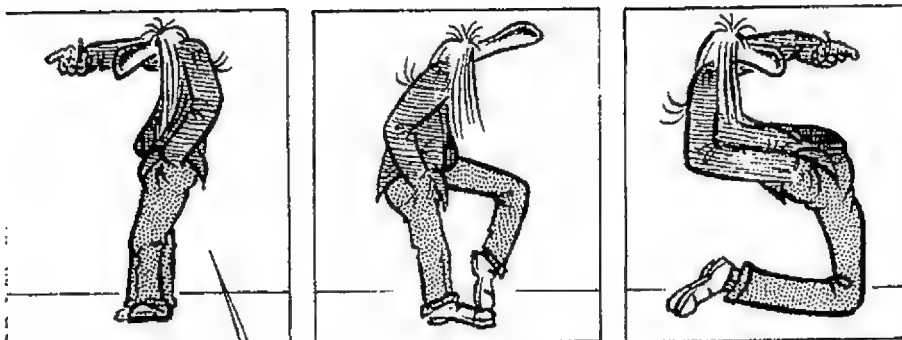
الأعداد الثمانية هي التي تساوي مجموع عواملها - أي الأعداد التي  
تقبل القسمة عليها.

لذلك العدد ٦ الذي له عوامل ١، ٢، ٣ هو عدد تام حيث إن ١  
و ٣، ٢ + ٣ = ٦.



وكمثال آخر  
 $28 = 1 + 2 + 4 + 7 + 14$   
أما المثال التالي فهو ٤٩٦  
حاول استنتاجه بنفسك

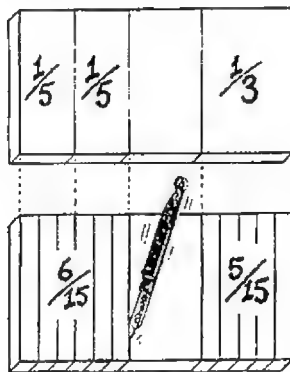
في قديم الزمن،  
مثل تلك الأرقام كانت  
تعتبر خاصة جداً. لذلك  
سميت بهذا الاسم



الأرقام السالبة هي تلك الأرقام الأصغر من الصفر (مثل درجة الحرارة في يوم بارد) ويتم تمثيلها بإشارة ناقص، وهي أرقام أساسية ولها تناقضاتها الخاصة بها مثل  $(-1)$   
 $1 + = (-1) \times$

«الكسور» أو الأعداد النسبية هي الأعداد التي يمكن وضعها في صورة نسبة بين عددين صحيحين، مثل  $\frac{2}{3}$ . وهذه الأعداد ضرورية في الحسابات ولكنها لا تصلح في العد، فلا يوجد وحدة في الكسور ولا تتابع مثل: ٥ تلي ٤ لذلك مضى وقت طويل قبل قبولهم على أنهم أرقام. كذلك فإن هذه الأرقام لها الحسابات الخاصة بها التي هي على درجة عالية من الصعوبة لدرجة يصعب معها فهمها.

حاول جمع  $\frac{1}{3}$  و  $\frac{2}{3}$  قطع الحلوى ...

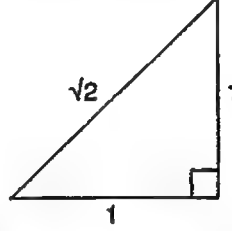


كل هذه الأنواع كانت معروفة في مختلف الحضارات مثل الحضارة الصينية والهندية. ومع تطور الرياضيات النظرية وخاصة بين اليونانيين، ظهرت صفات غريبة للأرقام والتي أدت إلى ابتكار أنواع جديدة من الأرقام.



الأرقام غير النسبية وهى الأرقام التى لا يمكن التعبير عنها بنسبة بين رقمين صحيحين .  
و  $\sqrt{2}$  هو مثال هام لتلك الأرقام حيث إنه ينتج من العمليات الهندسية فهو طول وتر

المثلث قائم الزاوية الذى به طول  
ضلعى القائمة الوحدة.  
وتسمى هذه الأرقام بالجذور  
الصامتة.



بعض الكميات  
غير نسبية، لا يمكن التعبير  
عنها حتى بأرقام تنتج من  
عمليات جبرية

وأشهر هذه  
الأرقام هو  $\pi$  أو  $\pi$   
وهو نسبة محيط  
الدائرة  
لقطرها.



وعملية اختصار هذه  
النسب إلى جذور صماء  
تسمى «تربيع الدائرة» وقد  
حاول فى ذلك علماء  
الرياضة على مدى قرون  
حتى تم توضيح أن هذه  
عملية مستحيلة فى الأيام  
المعاصرة عند ذلك تمت  
تسمية هذه الأرقام ...!

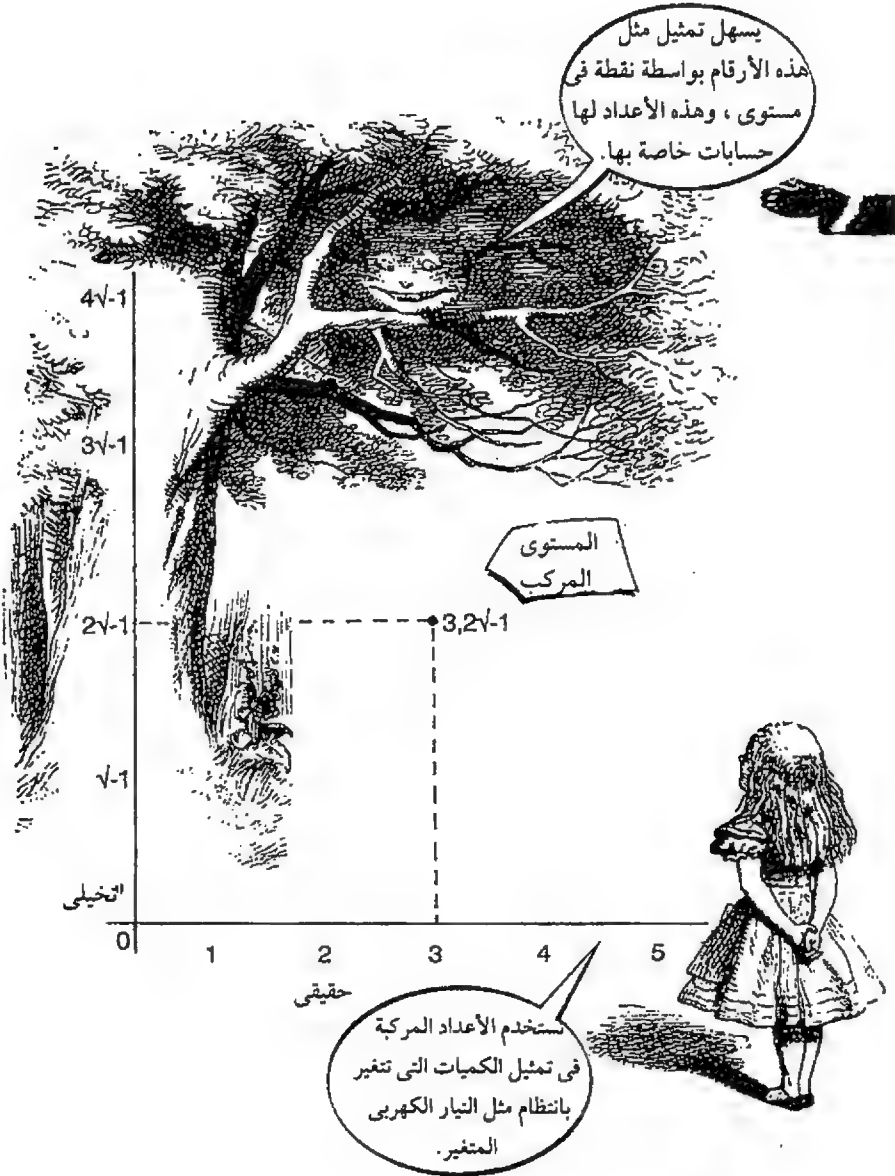
ط...!  
فطيرة



... مبهجة

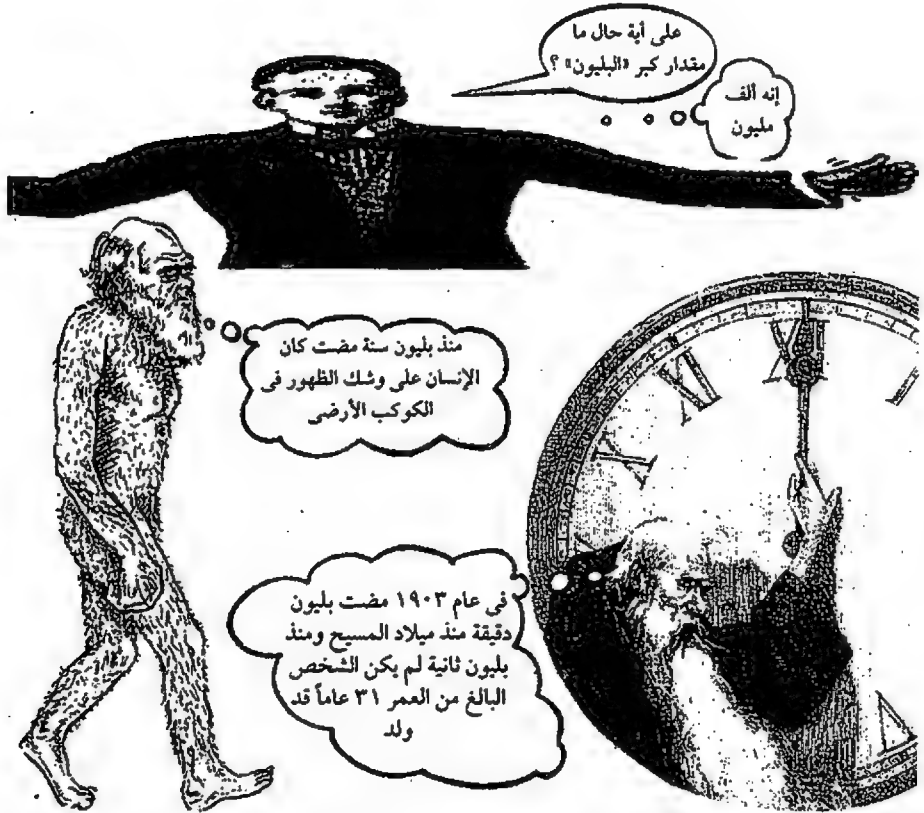


الأعداد التخيلية تنتج من ضرب الأعداد الحقيقية بالكمية التخيلية، وهي الجذر التربيعي لسالب واحد ( $1-2$ ). وعند إضافة عدد تخيلي لآخر حقيقي يسمى الناتج "الأعداد المركبة".



## الأرقام الكبيرة

تقوم الأرقام الكبيرة بإرهاب الكثير منا لدرجة أننا نجد صعوبة في تقدير القيمة الحقيقية لتلك الأرقام.



ويبدو المائة مليون رقماً أكثر ترويعاً، ولكن في هذه الأيام يعتبر رقماً غير عادي بالنسبة لدولة ما، وخاصة بالنسبة لدولة نامية (أي تكون مدينة بمثل هذا الدين). ولو أن هناك دولة أرادت التخلص من دينها قامت بدفع دولار، أو جنيه

واحد كل ثانية على مدار أربع وعشرين ساعة  
يوماً وسبعة أيام أسبوعياً واثنين  
وخمسين أسبوعاً سنوياً،  
ربما تستغرق  
٣١٨٠ سنة لسداد...



وكيفية الوصول إلى هذه الأرقام الكبيرة بسهولة يتم توضيحه بمثال بسيط وهو الخطاب المتسلسل. يقوم شخص ما بإرسال خطابين إلى شخصين يخبر كلاهما بإرساله إلى اثنين آخرين وهكذا. في هذه الحالة قام الشخص الأول بإرسال خطابين، وفي المرحلة الثانية تم إرسال  $2 \times 2 = 4$  خطابات أما المرحلة الثالثة ففيها  $2 \times 2 \times 2 = 8$  خطابات. إذن كم عدد المجموعات المطلوبة للوصول إلى بليون خطاب ؟



## الأسس



من الواضح أن  
كتابة البليون  
مرهقة جداً، ولحسن  
الحظ توجد نظرية  
ملائمة لكتابة الأرقام  
الكبيرة. ومن الممكن أن  
نلاحظ ذلك من خلال البليون  
الذي يساوي :

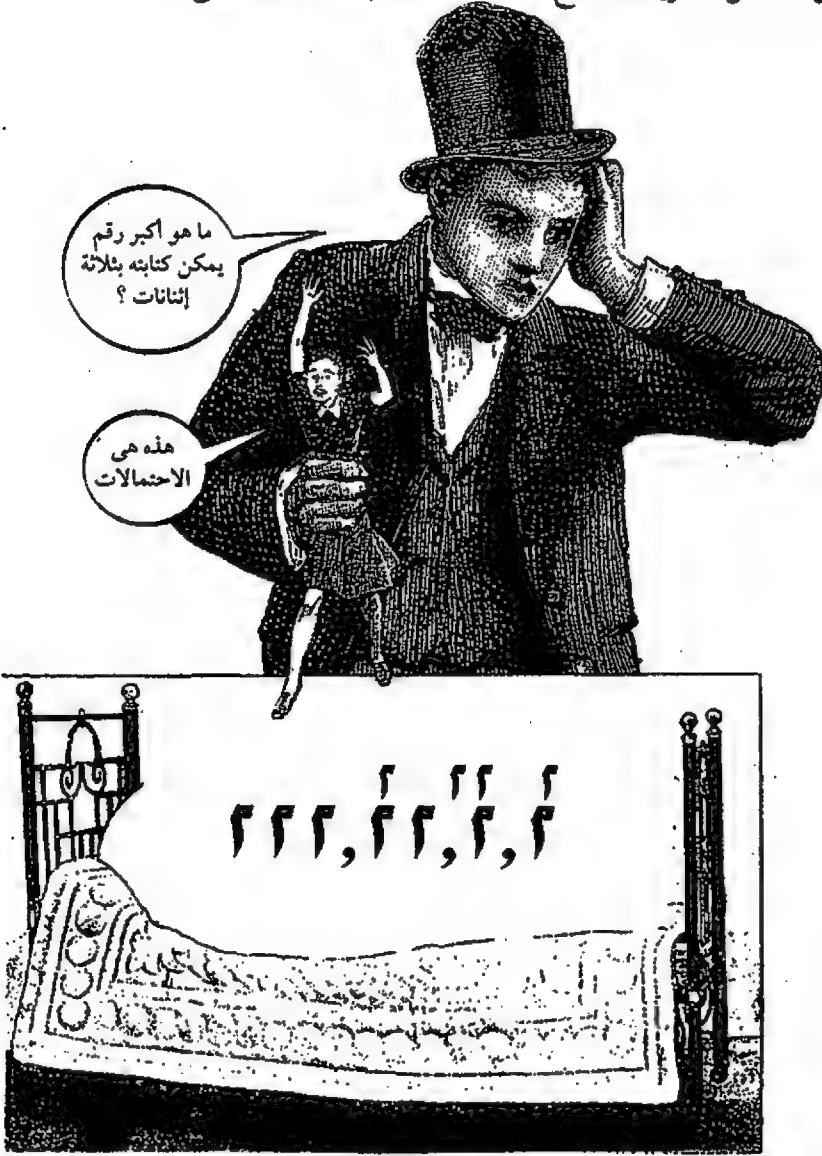
$$10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10$$

لذلك إذا رمزنا لحاصل ضرب عشرين  
ببعض بالرمز  $10^2$  وحاصل ضرب ثلاث  
عشرات بـ  $10^3$  وهكذا من الممكن كتابة  
المليون هكذا  $10^6$

أما البليون فيصبح  $10^9$ ، بالإضافة إلى ذلك  
نكتب خمسة بليون هكذا  $5 \times 10^9$ .

وعملية رفع أى شيء إلى أس ما تعنى أن هذا الشيء  
يضرب فى نفسه عدداً من المرات مساو لهذا الأس،  
لذلك  $2^6$  تعنى  $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$  أو  $2^6$ .

ومن الممكن أن نزيد ألفتنا مع هذه الملاحظات بفقد المثال التالي :



أصغر رقم في هذه الاحتمالات هي  $٢٢ = ٢ = ٢ = ١٦$  ، يليه  $٢٢٢$  ثم بعد ذلك  $٢٢٢ = ٤٨٤$  وأكبر رقم هو  $٢٢٢ = ٤١٩٤٣٠٤$  .

وكتابة الأسس تصلح أيضاً في حالة الكسور ، ولتحويل أس ما إلى كسر نقوم ببساطة بوضع إشارة سالبة أمام الأس ، لذلك  $١٠^{-١} = \frac{١}{١٠}$  ،  $١٠^{-٢} = \frac{١}{١٠٠}$  ،  $١٠^{-٣} = \frac{١}{١٠٠٠}$  وهكذا .



وينفس الطريقة إذا كبرنا خريطة أو رسمه ما عدد س من المرات، فإن عدد س ٢ ضعفاً من الورق يكون مطلوباً لذلك. ونسمى س، س ٢، س ٣، س ٤، س ٥ بالأس الأول، والثاني، والثالث، والرابع، والخامس لـ س على الترتيب. وكان يطلق على الأسس في البداية «التربيع» و«التكعيب» من خلال معناتهم الهندسي. وبالطبع بدلاً من ٢ أو ٣ أو ٤ أو ٥ من

الممكن أن يكون هناك أي أس آخر؛ باستخدام «ن» لتعبر عن أي رقم نقول : إن س ن تسمى الأس النوني لـ س.



وعلى مر المصور ، كان علماء الرياضيات مرتبكين من هذه الأسس الكبيرة؛ فلم يتمكنوا من تخيل فراغ زائد يمكنهم وصف شكل الأرقام فيه.

وقد قدم عالم الرياضيات المسلم «ابن يحيى الصموغلي» (المتوفى عام ١١٧٥) في كتابه «الباهر» (الذي ألفه عندما كان عمره تسعة عشر عاماً) لأول مرة تعريف ...

أس الصفر



هذا يعني أن أي  
شيء مرفوعاً لأس  
صفر يساوي ١

لأننا لو قمنا بضرب  
أي شيء في نفسه عدد  
«صفر مرة» نحصل على  
الوحدة.





## اللوغاريتمات

اللوغاريتم هو الأس الذي يُرفع إليه رقم ما  
ليعطى رقماً آخر، ويسمى الرقم الأول الأساس.  
وحيث إن  $10^2 = 100$  فهذا يعنى أن لو ١٠٠  
 $100 = 2$ ، وتقرأ كالتالى : لو للأساس ١٠  
للرقم ١٠٠ يساوى اثنين.

والأساسات الأكثر شيوعاً للوغاريتمات هي  
١٠. والعدد الأسى  $e$  (أو الأساس الطبيعي ،  
انظر صفحة ١٠٥).

وحيث أن  $s = 1$  لآى  $s$  فهذا يعنى أن  
لو ١ = صفر لآى أساس.

ولضرب أو قسمة تعبيرين لوغاريتميين نقوم  
باستخدام القاعدة «ضرب أو قسمة أس رقم ما  
يعبر عنه بجمع أو طرح الأسس» ، لذلك لو  
( $s \times v$ ) ببساطة يساوى لو  $s + v$ .



سجل ليقاع سجل  
موسيقى.....



الجمع أسهل بكثير  
من الضرب



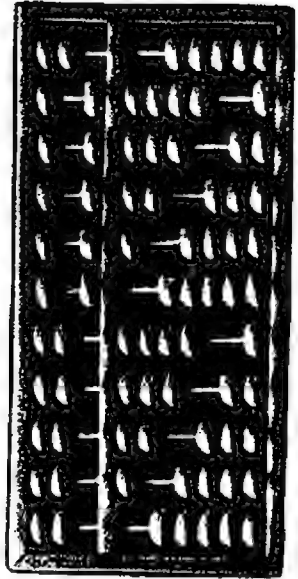
واللوغاريتمات تعتبر ذات نفع عظيم في تبسيط الحسابات الطويلة المعقدة. فللقيام بعملية ضرب أو قسمة عددين كبيرين نقوم أولاً باستخراج لوغاريتماتهم من الجدول ثم نجمعهم أو ننظرهم ونضع الناتج في الجدول لاستخراج المجموع (أو خارج القسمة).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0000	0043	0086	0128	0170	0212	0253	0294	0334	0374	4	8	12	16	20	24	28	32	36
11	0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755	4	8	12	16	20	24	28	32	36
12	0792	0831	0869	0907	0944	0981	1018	1054	1091	1127	3	7	10	14	17	21	24	28	31
13	1139	1177	1214	1251	1287	1323	1359	1394	1430	1465	3	7	10	13	16	19	23	26	29
14	1464	1499	1533	1567	1601	1634	1667	1700	1732	1764	3	6	9	12	15	18	21	24	27
15	1705	1739	1772	1805	1837	1869	1901	1932	1963	1994	3	6	8	11	14	17	20	23	25
16	2041	2068	2095	2122	2148	2174	2200	2225	2250	2275	3	5	8	11	13	16	19	22	24
17	2304	2330	2355	2380	2404	2428	2452	2475	2500	2522	2	5	7	10	12	15	17	20	22
18	2553	2577	2601	2625	2648	2671	2694	2717	2739	2761	2	5	7	9	11	14	16	19	21
19	2788	2810	2832	2853	2875	2896	2917	2938	2958	2978	2	4	7	9	11	13	16	18	20
20	3010	3031	3052	3072	3092	3112	3132	3152	3171	3191	2	4	6	8	10	12	14	16	18
21	3222	3241	3260	3279	3298	3317	3336	3354	3373	3392	2	4	6	8	10	12	14	16	18
22	3414	3432	3450	3468	3486	3504	3521	3539	3557	3574	2	4	6	8	10	12	14	16	18
23	3593	3610	3627	3644	3661	3678	3694	3711	3728	3744	2	4	6	8	10	12	14	16	18
24	3761	3777	3793	3809	3825	3841	3856	3872	3888	3903	2	4	6	8	10	12	14	16	18
25	3919	3934	3949	3964	3979	3994	4009	4023	4038	4053	2	4	6	8	10	12	14	16	18
26	4068	4082	4097	4111	4126	4140	4154	4169	4183	4197	2	4	6	8	10	12	14	16	18
27	4212	4226	4240	4254	4268	4282	4296	4310	4324	4338	2	4	6	8	10	12	14	16	18
28	4352	4365	4379	4392	4406	4419	4433	4446	4460	4473	2	4	6	8	10	12	14	16	18
29	4487	4500	4513	4526	4539	4552	4565	4578	4591	4604	2	4	6	8	10	12	14	16	18
30	4617	4630	4643	4656	4669	4682	4695	4708	4721	4734	2	4	6	8	10	12	14	16	18
31	4747	4760	4773	4786	4799	4812	4825	4838	4851	4864	2	4	6	8	10	12	14	16	18
32	4877	4890	4903	4916	4929	4942	4955	4968	4981	4994	2	4	6	8	10	12	14	16	18
33	5007	5020	5033	5046	5059	5072	5085	5098	5111	5124	2	4	6	8	10	12	14	16	18
34	5137	5150	5163	5176	5189	5202	5215	5228	5241	5254	2	4	6	8	10	12	14	16	18
35	5267	5280	5293	5306	5319	5332	5345	5358	5371	5384	2	4	6	8	10	12	14	16	18
36	5397	5410	5423	5436	5449	5462	5475	5488	5501	5514	2	4	6	8	10	12	14	16	18
37	5527	5540	5553	5566	5579	5592	5605	5618	5631	5644	2	4	6	8	10	12	14	16	18
38	5657	5670	5683	5696	5709	5722	5735	5748	5761	5774	2	4	6	8	10	12	14	16	18
39	5787	5800	5813	5826	5839	5852	5865	5878	5891	5904	2	4	6	8	10	12	14	16	18
40	5917	5930	5943	5956	5969	5982	5995	6008	6021	6034	2	4	6	8	10	12	14	16	18
41	6047	6060	6073	6086	6099	6112	6125	6138	6151	6164	2	4	6	8	10	12	14	16	18
42	6177	6190	6203	6216	6229	6242	6255	6268	6281	6294	2	4	6	8	10	12	14	16	18
43	6307	6320	6333	6346	6359	6372	6385	6398	6411	6424	2	4	6	8	10	12	14	16	18
44	6437	6450	6463	6476	6489	6502	6515	6528	6541	6554	2	4	6	8	10	12	14	16	18
45	6567	6580	6593	6606	6619	6632	6645	6658	6671	6684	2	4	6	8	10	12	14	16	18
46	6697	6710	6723	6736	6749	6762	6775	6788	6801	6814	2	4	6	8	10	12	14	16	18
47	6827	6840	6853	6866	6879	6892	6905	6918	6931	6944	2	4	6	8	10	12	14	16	18
48	6957	6970	6983	6996	7009	7022	7035	7048	7061	7074	2	4	6	8	10	12	14	16	18
49	7087	7100	7113	7126	7139	7152	7165	7178	7191	7204	2	4	6	8	10	12	14	16	18
50	7217	7230	7243	7256	7269	7282	7295	7308	7321	7334	2	4	6	8	10	12	14	16	18
51	7347	7360	7373	7386	7399	7412	7425	7438	7451	7464	2	4	6	8	10	12	14	16	18
52	7477	7490	7503	7516	7529	7542	7555	7568	7581	7594	2	4	6	8	10	12	14	16	18
53	7607	7620	7633	7646	7659	7672	7685	7698	7711	7724	2	4	6	8	10	12	14	16	18
54	7737	7750	7763	7776	7789	7802	7815	7828	7841	7854	2	4	6	8	10	12	14	16	18
55	7867	7880	7893	7906	7919	7932	7945	7958	7971	7984	2	4	6	8	10	12	14	16	18
56	7997	8010	8023	8036	8049	8062	8075	8088	8101	8114	2	4	6	8	10	12	14	16	18
57	8127	8140	8153	8166	8179	8192	8205	8218	8231	8244	2	4	6	8	10	12	14	16	18
58	8257	8270	8283	8296	8309	8322	8335	8348	8361	8374	2	4	6	8	10	12	14	16	18
59	8387	8400	8413	8426	8439	8452	8465	8478	8491	8504	2	4	6	8	10	12	14	16	18
60	8517	8530	8543	8556	8569	8582	8595	8608	8621	8634	2	4	6	8	10	12	14	16	18
61	8647	8660	8673	8686	8699	8712	8725	8738	8751	8764	2	4	6	8	10	12	14	16	18
62	8777	8790	8803	8816	8829	8842	8855	8868	8881	8894	2	4	6	8	10	12	14	16	18
63	8907	8920	8933	8946	8959	8972	8985	8998	9011	9024	2	4	6	8	10	12	14	16	18
64	9037	9050	9063	9076	9089	9102	9115	9128	9141	9154	2	4	6	8	10	12	14	16	18
65	9167	9180	9193	9206	9219	9232	9245	9258	9271	9284	2	4	6	8	10	12	14	16	18
66	9297	9310	9323	9336	9349	9362	9375	9388	9401	9414	2	4	6	8	10	12	14	16	18
67	9427	9440	9453	9466	9479	9492	9505	9518	9531	9544	2	4	6	8	10	12	14	16	18
68	9557	9570	9583	9596	9609	9622	9635	9648	9661	9674	2	4	6	8	10	12	14	16	18
69	9687	9700	9713	9726	9739	9752	9765	9778	9791	9804	2	4	6	8	10	12	14	16	18
70	9817	9830	9843	9856	9869	9882	9895	9908	9921	9934	2	4	6	8	10	12	14	16	18
71	9947	9960	9973	9986	9999	10012	10025	10038	10051	10064	2	4	6	8	10	12	14	16	18
72	10077	10090	10103	10116	10129	10142	10155	10168	10181	10194	2	4	6	8	10	12	14	16	18
73	10207	10220	10233	10246	10259	10272	10285	10298	10311	10324	2	4	6	8	10	12	14	16	18
74	10337	10350	10363	10376	10389	10402	10415	10428	10441	10454	2	4	6	8	10	12	14	16	18
75	10467	10480	10493	10506	10519	10532	10545	10558	10571	10584	2	4	6	8	10	12	14	16	18
76	10597	10610	10623	10636	10649	10662	10675	10688	10701	10714	2	4	6	8	10	12	14	16	18
77	10727	10740	10753	10766	10779	10792	10805	10818	10831	10844	2	4	6	8	10	12	14	16	18
78	10857	10870	10883	10896	10909	10922	10935	10948	10961	10974	2	4	6	8	10	12	14	16	18
79	10987	11000	11013	11026	11039	11052	11065	11078	11091	11104	2	4	6	8	10	12	14	16	18
80	11117	11130	11143	11156	11169	11182	11195	11208	11221	11234	2	4	6	8	10	12	14	16	18
81	11247	11260	11273	11286	11299	11312	11325	11338	11351	11364	2	4	6	8	10	12	14	16	18
82	11377	11390	11403	11416	11429	11442	11455	11468	11481	11494	2	4	6	8	10	12	14	16	18
83	11507	11520	11533	11546	11559	11572	11585	11598	11611	11624	2	4	6	8	10	12	14	16	18</

## الحساب

عملية ضرب الأرقام من كل الأنواع والحصول على ناتج تسمى الحساب، وهو متضمن في كل العمليات الرياضية. وكان الحساب يتم في البداية باستخدام الحصى كما كان يفعل اليونانيون القدماء باستخدام الحصى للقيام بالحسابات الأولية. وأصل كلمة بحسب Calculate في اللغة الإنجليزية هي كلمة «Calculus» اللاتينية والتي تعني «حصة».

	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	7459	7466	7474	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	7530	7543	7551	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	7612	7619	7627	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	7686	7694	7702	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	7760	7767	7774	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	7834	7839	7846	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	7908	7910	7917	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	7973	7980	7987	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8041	8048	8055	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	8109	8116	8122	1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	8176	8182	8189	1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	8241	8248	8254	1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	8306	8312	8319	1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	8370	8376	8382	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	8435	8439	8445	1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	8498	8494	8500	1	2	3	4	5	6	7	8	9
17	8561	8567	8573	1	2	3	4	5	6	7	8	9
18	8621	8627	8633	1	2	3	4	5	6	7	8	9
19	8681	8686	8691	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	8745	8751	8756	1	2	3	4	5	6	7	8	9
21	8810	8815	8820	1	2	3	4	5	6	7	8	9
22	8871	8876	8881	1	2	3	4	5	6	7	8	9
23	8932	8937	8942	1	2	3	4	5	6	7	8	9
24	8993	8998	9003	1	2	3	4	5	6	7	8	9
25	9054	9059	9064	1	2	3	4	5	6	7	8	9
26	9115	9120	9125	1	2	3	4	5	6	7	8	9
27	9176	9181	9186	1	2	3	4	5	6	7	8	9
28	9237	9242	9247	1	2	3	4	5	6	7	8	9
29	9298	9303	9308	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	9359	9364	9369	1	2	3	4	5	6	7	8	9
31	9420	9425	9430	1	2	3	4	5	6	7	8	9
32	9481	9486	9491	1	2	3	4	5	6	7	8	9
33	9542	9547	9552	1	2	3	4	5	6	7	8	9
34	9603	9608	9613	1	2	3	4	5	6	7	8	9
35	9664	9669	9674	1	2	3	4	5	6	7	8	9
36	9725	9730	9735	1	2	3	4	5	6	7	8	9
37	9786	9791	9796	1	2	3	4	5	6	7	8	9
38	9847	9852	9857	1	2	3	4	5	6	7	8	9
39	9908	9913	9918	1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	9969	9974	9979	1	2	3	4	5	6	7	8	9

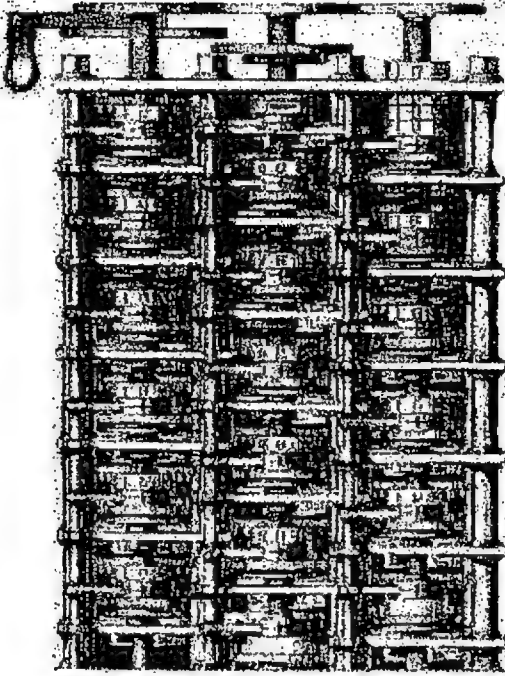
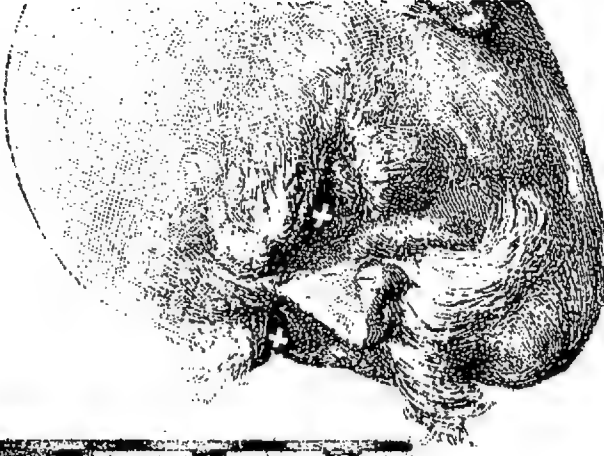


وحتى هذه الأيام يعتبر عداد أباكوس (ذو الخرزات على الأسلاك) هو أوسع جهاز عد انتشاراً. وحتى في هذه الأيام، المستخدم الماهر لهذا العداد يستطيع أن يعد الخرزات أسرع من الوقت الذي يستهلكه مشغل لوحة المفاتيح الرقمية للبحث عن المفاتيح.

وقد ظهرت آلات الحساب فى صورتين أساسيتين : آلات الجمع البسيطة وكانت تقتصر على القيام بالطرح والجمع، والآلات الحاسبة والتي تتمكن من القيام ليس بالضرب والقسمة فقط .....

وكانت أول آلة جمع قد اخترعت بواسطة العالم الفرنسى بليه باسكال (١٦٢٣ - ١٦٦٢) فى عام ١٦٤٢ وكانت تتمكن من الجمع وحمل الباقي. وفى عام ١٦٧١ قام العالم الألمانى جوتفريد ويلهلم فون لينز (١٦٤٦ - ١٧١٦) بإنتاج جهاز يتمكن من القيام بعمليات الضرب عن طريق الجمع التكرارى.





وفي عام ١٨٢٢ قام عالم الرياضيات والمخترع الإنجليزي تشارلز باباج (١٧٩٢ - ١٨٧١) ببناء آلة جمع صغيرة . وبعد عشرة سنوات قام بتركيز تفكيره في «آلة الطرح»، والتي اعتبرت بداية الحاسب الرقمي. بعد ذلك تم توظيفه في مشروع إنشاء الموتور التحليلي» والذي لم يبن أبداً وتوجد الآن صورة منقولة عن جزء منه قد تم بناؤه، في متحف لندن العلمي.



والحسابات :  
مهما كانت معقدة. لا تكفى  
لحل المسائل في كل الأحيان.  
في بعض الأحيان نحتاج إلى  
المعادلات

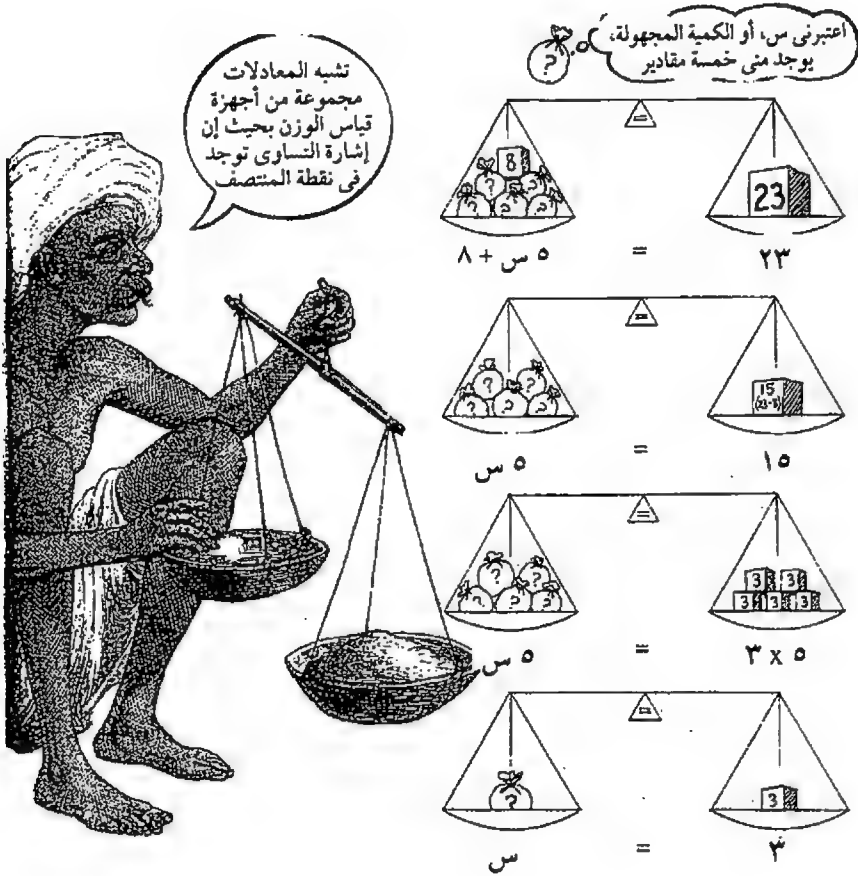
## المعادلات

المعادلات هي لب الرياضيات، وهي تستخدم في كل أفرع الرياضيات البحتة والتطبيقية عدا الرياضيات البدائية جداً. وكذلك تستخدم المعادلات في العلوم الفيزيائية والحيوية والاجتماعية. وكما هو متضمن في اسمها ، فالمعادلات تنص على تساوى تعبيرين وغالباً ما تتضمن كميات غير معروفة وتسمى بعضها بالمتغيرات والبعض الآخر بالثوابت أو العوامل. وتستخدم المعادلات كذلك في تعريف الكميات المختلفة أو النص على العلاقة بين بعض المتغيرات.



وقبل اختراع المعادلات كانت المسائل الرياضية تحل بطرق معقدة بارعة جداً، والآن تم اختصارها إلى صيغة بسيطة جداً.

فى المعادلة  $5س + 8 = 23$ ، س هو المجهول المطلوب حسابه ، من الممكن حساب قيمة س بطريقة التجريب والخطأ، أو بطريقة بسيطة (وهى طرح 8 من كلا الجانبين وبعد ذلك القسمة على 5).



وهذه المعادلة تتحقق أو تُحل عندما تكون س = 3 عند ذلك يكون كلا جانبي المعادلة متساويين. وعندما تكون كل قيم المتغيرات تؤدي إلى تحقق المعادلة، تسمى المعادلة فى هذه الحالة بالمتطابقة. على سبيل المثال، المعادلة (س + ص) = 2، س = 2 + ص + ص = 2 تسمى متطابقة لأنها صحيحة لكل القيم الممكنة للمجاهيل. وهذه المتطابقات مفيدة جداً فى المعالجة الجبرية البارة، حيث تقوم بإبدال التعبيرات المعقدة جداً بأخرى أبسط.



**المعادلات الخطية**  
تحتوى على متغيرات مرفوعة إلى أس واحد  
مثل  $5س + 8 = 23$   
وسميت هذه المعادلات كذلك لأنهم عندما  
يتم رسمهم فى رسومات بيانية يكونون على  
صورة خط مستقيم



**المعادلات التربيعية**  
تحتوى على متغير واحد مرفوعاً للأس ٢،  
هذه المعادلات لها دائماً جذران ومن الممكن أن يكونا  
متساويين. على سبيل المثال: المعادلتان  $س^2 = 4$  و  
 $س^2 - 3س + 3 = 0$  معادلتان تربيعيتان لهما جذران (٢، -٢)  
و (٢، -٢) على الترتيب. أما المعادلة  
 $س^2 - 4س + 4 = 0$  فلها جذران  
متساويان وهما  $س = 2$



**المعادلات التكعيبية**  
يكون فيها متغير واحد مرفوعاً للأس ٣، وهى لها  
ثلاثة جذور دائماً بالرغم من أن يكون اثنان منهما أو  
الثلاثة متساويين. ومن الممكن أيضاً أن يكون أحد  
الجذور (أو اثنان) عدداً مركباً ولا يمكن أن يكون ثلاثة  
أعداد مركبة. والمعادلة  $س^3 - 6س^2 + 11س - 6 = 0$   
معادلة تكعيبية لها جذور  $س = 1، 2، 3$



وتسمى المعادلات الخطية والتربيعية والتكعيبية معادلات من الدرجة الأولى والثانية والثالثة على الترتيب. والمعادلات حتى الدرجة الرابعة يمكن تمثيل جذورها بصيغة رياضية تتضمن جذوراً تربيعية وبعض الحسابات مثل المعادلة  $أس^2 + ب س + ج = ٠$  صيغة جذورها تكون :

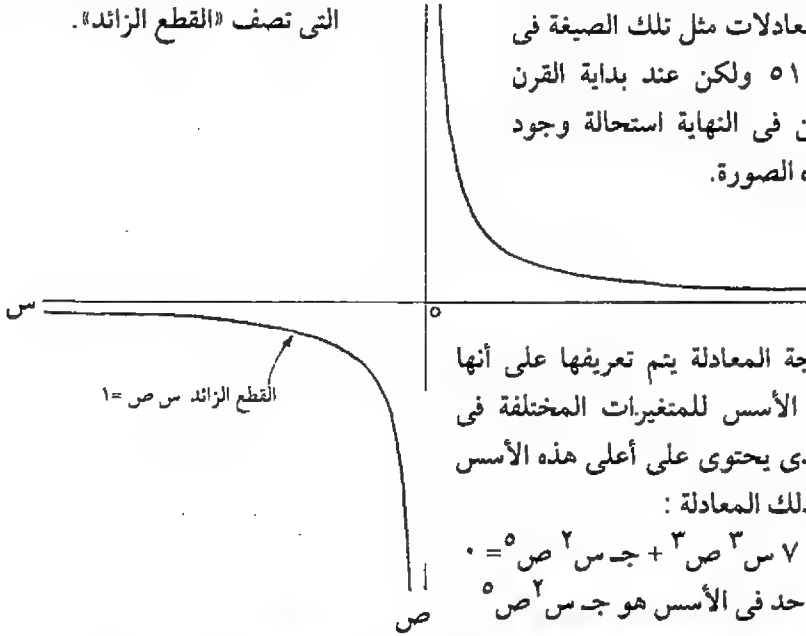
$$س = \frac{-ب \pm \sqrt{ب^2 - ٤ أ ج}}{٢ أ}$$



ربما يكون المقدار  
الموجود تحت الجذر التربيعي  
(  $- ب \pm \sqrt{ب^2 - ٤ أ ج}$  )  
أقل من الصفر، في هذه  
الحالة تكون الجذور على صورة  
أعداد مركبة

والمعادلات من الممكن أن  
تحتوى على أكثر من متغير فى أحد  
حدودها، ومثال لذلك المعادلة :  
س ص = ١ المعادلة الهندسية  
التي تصف «القطع الزائد».

لا توجد حدود لدرجات هذه  
المعادلات الجبرية ولكن هناك  
حدود فاصلة عند المعادلات  
الخماسية، فعلى مر العصور كانت  
هناك محاولات لإيجاد صيغة لجذور  
تلك المعادلات مثل تلك الصيغة فى  
صفحة ٥١ ولكن عند بداية القرن  
١٩ تبين فى النهاية استحالة وجود  
مثل هذه الصورة.



ودرجة المعادلة يتم تعريفها على أنها  
مجموع الأسس للمتغيرات المختلفة فى  
الحد الذى يحتوى على أعلى هذه الأسس  
ومثال لذلك المعادلة :

$$٥س + ٧س٣ + ٣ص٣ + ج س٢ ص٥ = ٠$$

أعلى حد فى الأسس هو ج س٢ ص٥





عندما تكون هناك معادلة واحدة تحتوى على متغيرين فهي غير قابلة للحل بالطبيعة، ولكن إذا كان لدينا اثنان من هذه المعادلات، من الممكن أن نقوم بحلهم لإيجاد قيم كلا المتغيرين.

وعندما يكون لدينا مجموعة من معادلتين أو أكثر في متغيرين أو أكثر فمن الممكن حلهم آتياً بمعالجة بسيطة.  
وكمثال لذلك :

$$(1) \quad 2س + س ص = 3 = 0$$

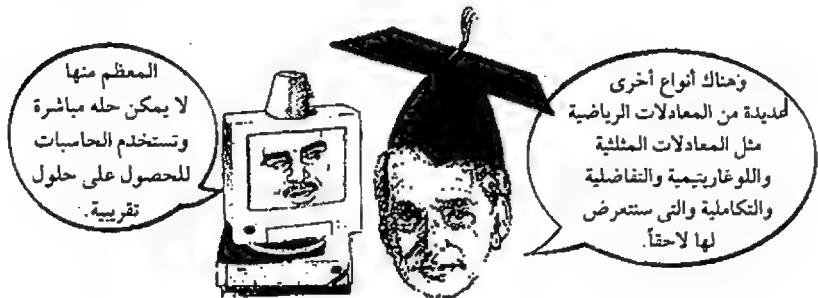
$$(2) \quad \text{بضرب المعادلة الأولى في } 2 \text{ نحصل على } 4س + 2س ص = 6 = 0$$

$$(3) \quad \text{وبطرح المعادلة الثانية من هذه المعادلة نحصل على } 3س + 6 = 0$$

$$(4) \quad \text{لذلك } س = -2$$

وبالتعويض عن قيمة س في المعادلة الأولى نجد أن  $ص = -\frac{1}{2}$

وهناك بعض المعادلات الآتية الأكثر تعقيداً من ذلك ومن الممكن أن تحل بنفس الطريقة.

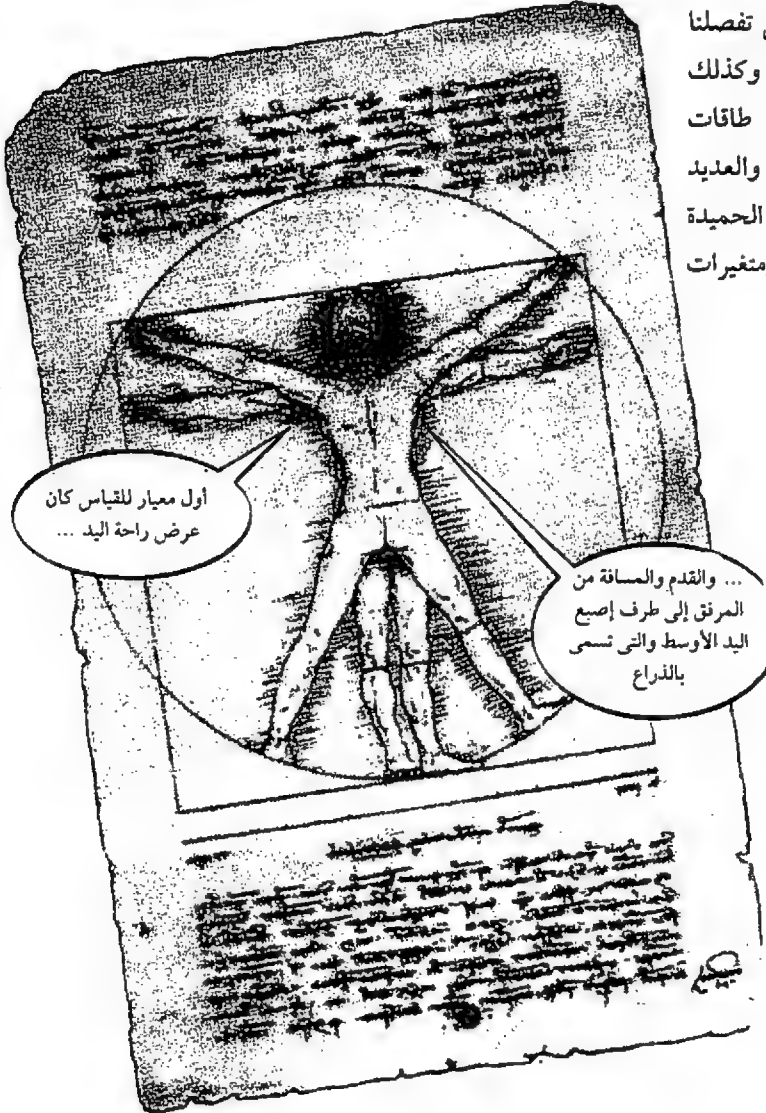


## القياس



القياسات جزء مهم جداً من الرياضيات ،  
فنحن نقوم بقياس كل شيء تقريباً. وتنوع  
القياسات من الوقت والأبعاد والأوزان  
والساعات والحجوم والكهرباء والحرارة وحتى

المسافات التي تفصلنا  
عن النجوم، وكذلك  
نقوم بقياس طاقات  
مكونات النواة والعديد  
من الأشياء الحميدة  
مثل الذكاء ومتغيرات  
البيئة.



أول معيار للقياس كان  
عرض راحة اليد ...

... والقدم والمسافة من  
المرفق إلى طرف إصبع  
اليد الأوسط والتي تسمى  
بالذراع

وينحدر «النظام الدولي» من النظام المترى الذى وضعه الفرنسيون أثناء

فترة التطور الفرنسى. وهذا النظام يمدنا بمجموعة من الوحدات

للكميات المشتقة من الكميات

الأساسية مثل : المتر (م) للطول ،

والثانية (ث) للزمن ،

والكيلوجرام (كجم) للكتلة.

ومعظم القياسات العملية يتم التعبير عنها فى صورة أسس

العشرة من الوحدة مثل المليمتر (مم) للطول ، والذى

يساوى  $10^{-3}$  من المتر.



وفى هذه الأيام تبين  
القياسات على العلم



ويشذ الوقت

من هذه القاعدة حيث

إن كل محاولات الفرنسيين

لتقسيم الشهر إلى ثلاثة عقود

مكونة من عشرة أيام ، واليوم

إلى عشر ساعات ، والساعة

إلى مائة ثانية قد باءت بالفشل

ولذلك بقى النظام الذى

اخترعه البابليون قائماً

وكل وحدة أساسية لها تعريف وطريقة قياس محددة من قبل الهيئات الدولية الرسمية، وبالطبع تتغير هذه التعريفات كلما ظهرت طرق قياس أفضل.



وبدا تعريف المتر  
على أنه ١/٤٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠  
من محيط الكرة الأرضية  
وفي هذا القرن تم قياس المتر  
عن طريق سرعة الضوء وفي  
هذه الأيام يقاس بالطول  
الموجي لضوء ذى  
لون محدد

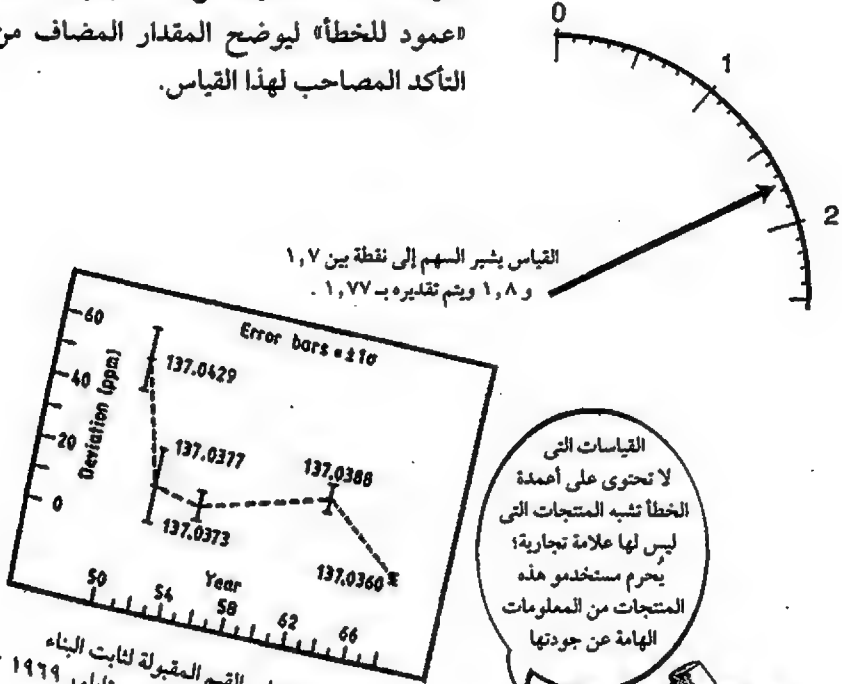
ولا تزال بعض الدول تستخدم  
النظام الملكى القديم الذى يحتوى  
على الرطل والياردة وثمان الجالون

وربع الجالون. ولكن مقياس ثمن الجالون وربع الجالون  
والجالون الأمريكى يساوى أربعة أخماس نظيره الإنجليزى،  
لذلك فإن السيارات الأمريكية التى تستهلك وقوداً أكثر بالنسبة  
لعدد الأميال الأقل الذى تقطعه لكل جالون ...



ويلاحظ أن العد والحساب دائماً ما يتعلقان بأرقام منفصلة ومنفردة ، ولذلك يتضمنون أرقاماً فعلية وعلى التقيض فإن القياسات تهتم بمقادير متصلة . ولا يوجد قياس مثالي يعطى القيمة الفعلية للكمية المقاسة، فعندما تتم مقارنة الشيء الذى نريد قياسه مع معيار معين فإننا نحاول تقريب القراءات بين نقطتين على أدق مقياس. لذلك فإن كل تقرير عن

القياسات المعقدة يتضمن (أو يجب أن يتضمن) «عمود للخطأ» ليوضح المقدار المضاف من عدم التأكد المصاحب لهذا القياس.

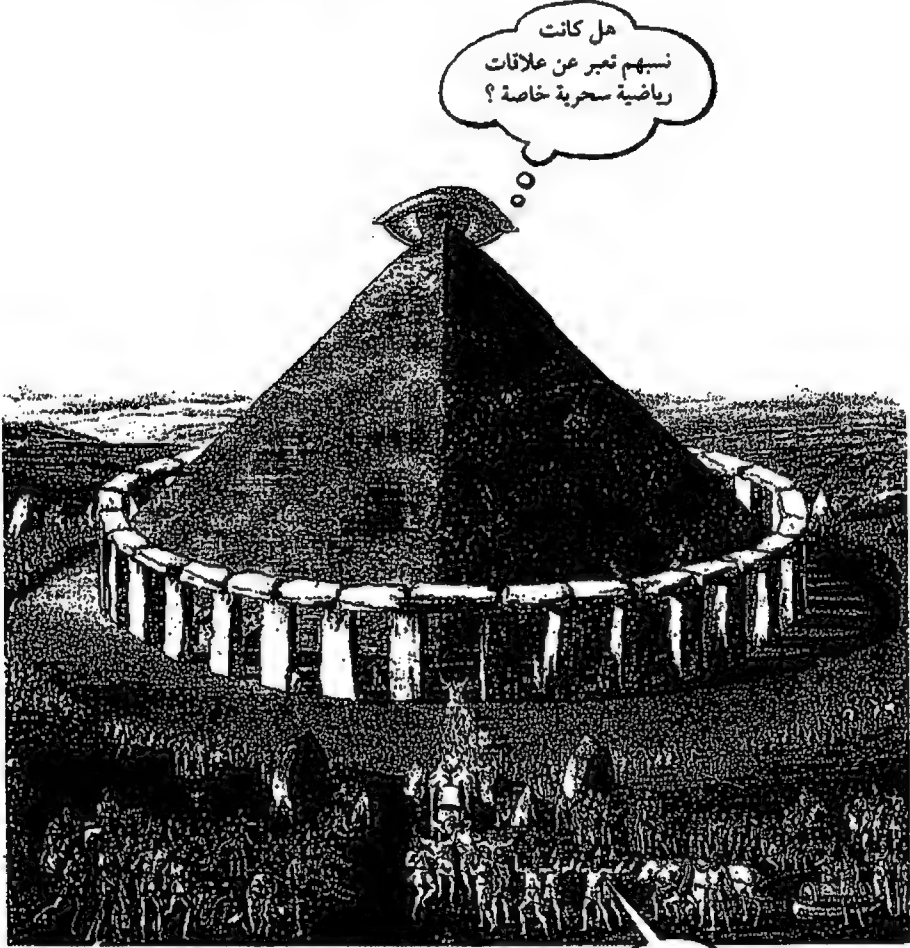


القياسات التي لا تحتوى على أعمدة الخطأ تشبه المنتجات التي ليس لها علامة تجارية؛ يحرم مستخدمو هذه المنتجات من المعلومات الهامة عن جودتها

شكل ١ تتابع القيم المقبولة لثابت البناء الدقيق  $\alpha$  (مأخوذ من ب. ن. تايلور ١٩٦٩ : الثوابت الأساسية والديناميكا الكهربائية الكمية ، لندن ، أكاديمي ص ٧)



ومنذ عصور ما قبل التاريخ ظلت القياسات تستخدم في البناء والتصميم. وقد اكتشف علماء العمارة أن الآثار القديمة الباقية مثل Stonehenge كانت تقام بدقة شديدة لملاحظة بعض الأحداث الفلكية، وبالتالي كانت أساساتها تتطلب دقة هندسية في التصميم. وكذلك تم تصميم كنائس أوروبا medieval بنسب دقيقة حتى أن نظرية النسب الإلهية كانت هي أساس المعمار والفن في عصور النهضة. وقد مثلت الأهرام المصرية العظيمة تحدياً أعظم لأجيال من علماء المعمار.





وتربط رياضيات  
التصميم بين الرياضيات  
العملية والرياضيات النظرية  
التي تم التوصل إليها في  
الحضارة اليونانية

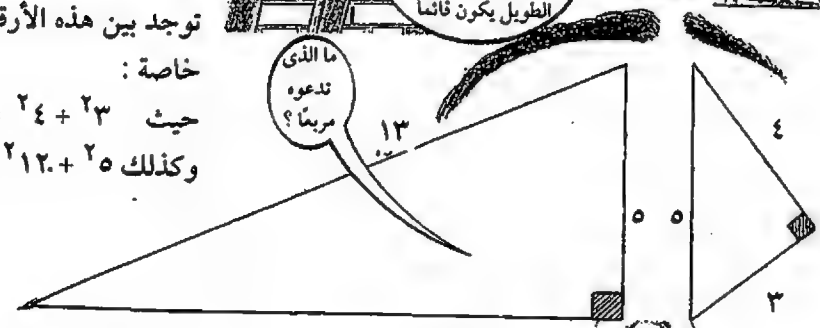
إمكانية عمل  
الزوايا القائمة مثل ركن  
المربع تفيد جداً في  
وضع الأساسات  
الأرضية

كان معروفاً  
عند البابليين أن هناك  
بعض المثلثات  
قائمة الزاوية

إذا كانت أضلاع  
المثلث لها أطوال ٣،  
٤، ٥ أو ١٢، ١٣، ١٤ فإن  
الركن المقابل للضلع  
الطويل يكون قائماً

ما الذي  
ندعوه  
مربعاً؟

توجد بين هذه الأرقام علاقة  
خاصة :  
حيث  $25 = 24 + 23$   
وكذلك  $213 = 212 + 25$



وقد قام الرياضيون اليونانيون  
بعمل مجموعات من هذه  
الثلاثيات، عن طريق تطبيق  
طرق حساسية لإيجادهم بالطبع



ولكن  
اليونانيين قاموا  
بوضع نظرية

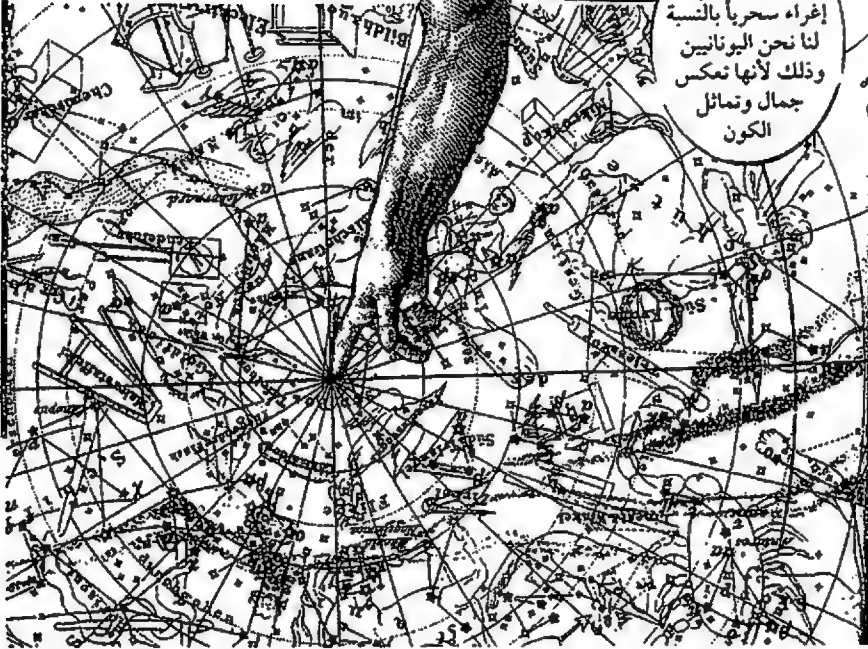
## الرياضيات اليونانية

منذ بداية القرن السابع قبل الميلاد قام اليونانيون  
بفصل استنتاج قوانين الطبيعة عن الأسئلة الدينية  
المتعلقة بالعلاقة بين الإنسان وآلهته. وقد قيل إن  
رجل الدولة الرياضى قد قام بجلب علم الرياضيات

من مصر إلى اليونان، وهذا  
الموقف ميز كل العلوم  
والرياضيات اليونانية القديمة،  
حيث بحث اليونانيون عن  
نظريات الطبيعة التى تفسر  
الأرض والسماء.

قمت باستكمال  
الهندسة المصرية  
وأعطيت توضيحات  
للظواهر الطبيعية

ولكن الأرقام  
ما زالت تمثل  
إغراء سحرى بالنسبة  
لنا نحن اليونانيين  
وذلك لأنها تمكس  
جمال وتماثل  
الكون



فيثاغورث (٥٨٠ - ٥٠٠ ق.م)

لم أكن عالم رياضيات فقط  
ولكنني قائد مدني ومؤسس العبادة  
الصوفية التي تدعو إلى الزهد والتقصيف  
عن الأنشطة والأطعمة المختلفة

اكتشف فيثاغورث أن  
النغمات الموسيقية البسيطة  
تتكون بالاندماج من ألين  
لهما أطوال متناسبة يتم  
اندماج الأوتكاف بواسطة  
وترين طول أحدهما نصف  
طول الآخر، أما في حالة  
الخمس فتكون النسبة ٣:٢

أدى ذلك إلى  
أن نؤمن بأن الرياضيات  
تعكس جمال والوهية العلاقات  
حيث تحمل الأرقام الإجابة  
على أي شيء ولها  
خاصية سحرية

وقد تُسب إلى فيثاغورث نظرية شهيرة تم تسميتها باسمه  
والتي تنص على: في المثلث قائم الزاوية يكون مجموع مربعي  
طولي الضلعين مساوياً لمربع طول الوتر أي أن  $a^2 + b^2 = c^2$   
ح<sup>١</sup>. وهذه النظرية كانت موجودة قبل فيثاغورث ولكنه هو  
أول من قام بإثباتها. وبالرغم من أن هذه الرواية لم تعرف إلا  
بعد وفاته بمئات السنين، إلا أنها تبدو متوافقة مع ما هو  
معروف عن فيثاغورث، حيث إنه قام بتغيير الرياضيات من  
كونها مجرد دراسة عملية إلى علم له دلالات فلسفية.

Fig 103



وقد أعجب من ساروا على نهج فيثاغورث بالأشكال الهندسية المنتظمة بكلا نوعيها المضلعات والأجسام الصلبة المنتظمة والتي يوجد منها خمسة أشكال فقط، وقد ذكر في أسطورة ما أنهم واجهوا أزمة كبيرة عندما اكتشفوا أن بعض العلاقات في هذه الأشكال لا يمكن التعبير عنها في صورة نسب للأرقام. وكان أسهل هذه الأزمات هو التحقق من نسبة طول قطر المربع إلى طول ضلعه، والمعروف الآن أن ...



## متناقضات "زينو"

كانت شهري  
نانجة عن المتناقضات التي  
تحدثت بها الأساسيات التي  
يبنى عليها اعتقادنا عن الفضاء  
والوقت والتغير

حاول زينو أن يبين أنه سواء تخيلنا أن الفضاء يمكن تقسيمه  
تقسيماً نهائياً أو لا نهائياً أو سواء اعتبرنا الحركة البسيطة أو  
النسبية ستصل إلى تناقض ، وقد وضع ذلك باستخدام أربعة  
متناقضات.

وأشهر تلك المتناقضات هي التي تهتم بالنسابق بين أشيلس  
(أفضل عداء) والسلفحاة. فيقفزة واحدة يستطيع أشيلس أن  
يقطع نصف المسافة التي تقطعها السلفحاة ويكرر ذلك مرات  
عديدة ...



باستخدام هذا التحليل كيف يمكننا تفسير تقلبه على السلفحاة ؟

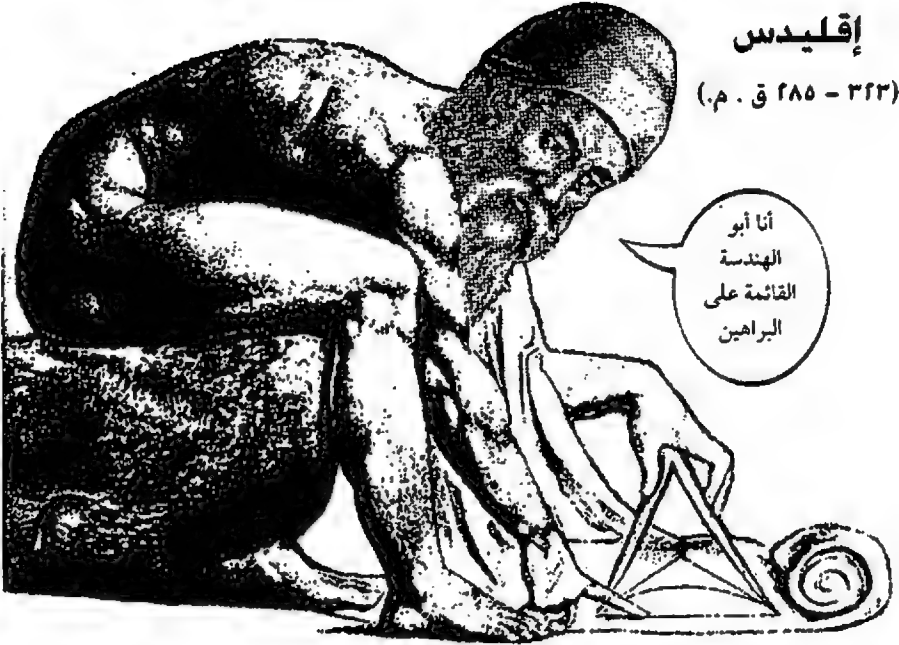
بالطبع لسنا في حاجة إلى ذكر أنه  
سيفعل ذلك بعد عدد لا نهائى من  
القفزات. فى الرياضيات الحديثة لا  
نستطيع التحدث عن الحد الأخير أو  
اللانهاى فى متتابعة.

وهذا التناقض يوضح أننا إذا جعلنا الفضاء مقسماً تقسيماً لا نهائى، سنصل إلى  
تناقضات فى وصف الحركة.

هناك أربعة متناقضات أخرى لزينو عن الحركة وأخرى عن التغير بوجه عام، وإليك المثال التالي. بفرض أننا أعطينا الأوامر التالية ...

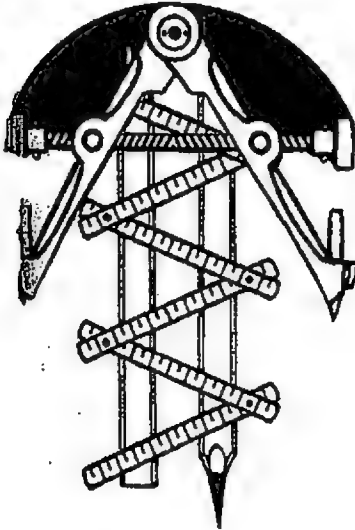


وقد قام الفلاسفة بملاحظة زينو في كل لحظات حياته ولكن مثل أشيلس لم يتمكنوا من اللحاق بفريستهم تماماً. ربما كان لدى زينو شيء يريد أن يخبرنا به عن علم الرياضيات، فنحن نحب أن يكون هذا العلم واضحاً ولكنه في الحقيقة متناقض.



كانت لأفكار إقليدس تأثيرات ضخمة على علم الرياضيات في الغرب حيث إنها تعتبر الأساس للهندسة. وقد قام بتنظيم إثباتات تقليدية مبنية على بعض «الأعمال» باستخدام بعض الأدوات المثالية مثل المسطرة والفرجار (لعمل أقواس من دوائر). باستخدام هذه الأعمال يمكنك إثبات أشياء عن هيئة الأشكال دون استخدام الأمثلة الرقمية، وكان هذا هو التغيير الكبير

في الرياضيات اليونانية - فكرة الإثبات العامة المختصرة.



وفي عمله «العناصر» قدم إقليدس أساسياته المشهورة للهندسة وقام بتعريف الأعمال المسموح بها في الإثبات (وهناك بعض الأعمال الأكثر تعقيداً والتي كانت معروفة بتحويل بعض الإثباتات الصعبة إلى صورة سهلة ولكنها لم تكن تعتبر «هندسية»). وبعد تعريف عناصره الأساسية مثل «النقطة» و«الخط» قدم إقليدس خمس ملاحظات شائعة عن الكمية وكذلك خمسة افتراضات للأعمال.

### الملاحظات الشائعة :

١- إذا ساوى شيان شيئاً ثالثاً فإن الثلاثة يكونون متساوين

$$أ = ج ، ب = ج ، أ = ب$$

٢- إذا أضيفت كميات متساوية إلى كميات متساوية كان

$$الناتج متساوياً = + = =$$

٣- إذا طرحت كميات متساوية من كميات متساوية كان

$$الناتج متساوياً = - = =$$

٤- الأشياء المتطابقة تكون متساوية ☺ = ☺

٥- الكل أكبر من الجزء **الكل**

### الافتراضات :

من المسلم به أنه في المستوى :

١- يمكن رسم الخط بين أى نقطتين. ○ — — — — ○

٢- يمكن مد أى خط من كلا الجانبين بدون حد.

٣- يمكن رسم دائرة بأى نصف قطر حول أى مركز. ○ ← — — — — ○

٤- كل الزوايا القائمة متساوية. 

٥- الخطان اللذان يقطعان خطاً ثالثاً بحيث كان مجموع الزوايا

الداخلية أقل من زاويتين قائمتين يجب أن يتقاطعا في نقطة . وأول

ثلاث نقاط تعرف أعمالاً أما الاثنان الباقيان فهما نظريات.

الافتراض الخامس يسمى «افتراض التوازي» وقد ظل هذا

الافتراض تحدياً للرياضيين من بعد إقليدس. وفي الواقع فإن هذا

الافتراض يعتبر المفتاح الذى يصف نوعين مختلفين من الهندسة.

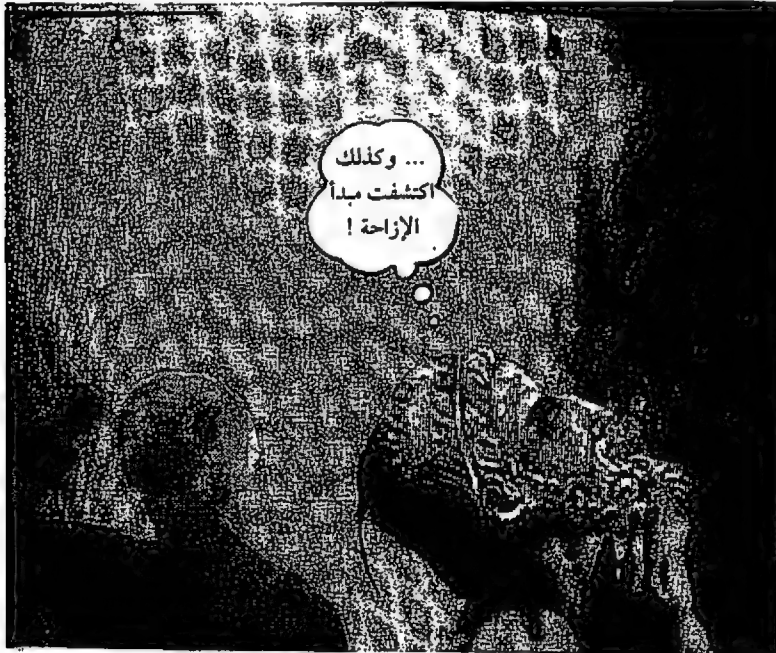






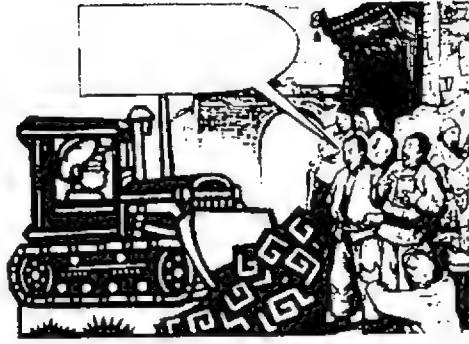
وباستخدام هذه الأساسات اتجه إقليدس لإثبات كل النتائج الهندسية في عصره وحتى نظرية فيثاغورث. وبغض النظر عن صعوبة مسلماته (والتي اعتبرت فيما بعد أنها حقائق ذاتية الإثبات، وكذلك الاستنتاجات الناتجة عنها تم التعامل معها على أنها حقائق أيضاً). وقد تم التعامل مع الهندسة على أنها مثال عظيم للمعرفة الحقيقية التي يمكن الوصول إليها بالعقلانية الإنسانية وحدها.

وجاء بعد إقليدس رياضي عظيم جداً وهو أرشيميدس (٢٨٧ - ٢١٢ ق.م.). وضع أرشيميدس طرقاً لقياس مساحة الأشكال الدائرية وكذلك مساحة سطح الأجسام المنحنية مثل الكرة والأسطوانة، وقد استنتج قيمة تقريبية لـ  $\pi$  ...



## الرياضيات الصينية

لم يَقم الصينيون باستخدام الإثباتات الثابتة التي وجدناها في «عناصر إقليدس» وذلك لأنهم لم يُعجبوا بالمنطق الثابت. كان الصينيون، مهتمين بالتطبيقات العملية للأفكار ولم يدرسوا الرياضيات من أجل الرياضيات. وبالطبع لم يمنعهم ذلك من وضع



إثبات للمثلث القائم الزاوية والذي كان مختلفاً تماماً عن نظرية فيثاغورث. وعلى عكس اليونانيين لم يزعج الصينيون من الأرقام الصماء (وهي تلك الأرقام التي لا يمكن التعبير عنها على صورة نسبة بين رقمين صحيحين أو الأرقام غير النسبية). ولتمييز الأرقام السالبة - على سبيل المثال - استخدم الصينيون سيقاناً حمراء بدلاً من اللون الأسود !

وقد قام الصينيون بالتدريب على الجبر دون استخدام رموز بكتابة كل أفكارهم في صورة كلمات. وقد استخدموا لوحة للعد في الجبر وكذلك في كل الاكتشافات الرياضية الأخرى. وقد طور الصينيون عن طريق العالم صنج ديناستي (٩٦٠ - ١٢٧٩) بعض الملحوظات للتعامل مع المعادلات حتى الأس التاسع. وقد استطاع الصينيون حل المعادلات الآتية الخطية ( في مجهولين أو أكثر ) وكذلك المعادلات التربيعية.

凡二至九乘位者用此置物爲實以價爲法呼九九合數口  
十就身言如隔位從末位算起用九歸還原

圖右左實法別分

實 法

式盤算初

萬 千 百 十 分 一 百 十 分

實之首位 實之末位 法之首位 法之末位

實爲子 法爲母

爲前位上位 爲次位下位

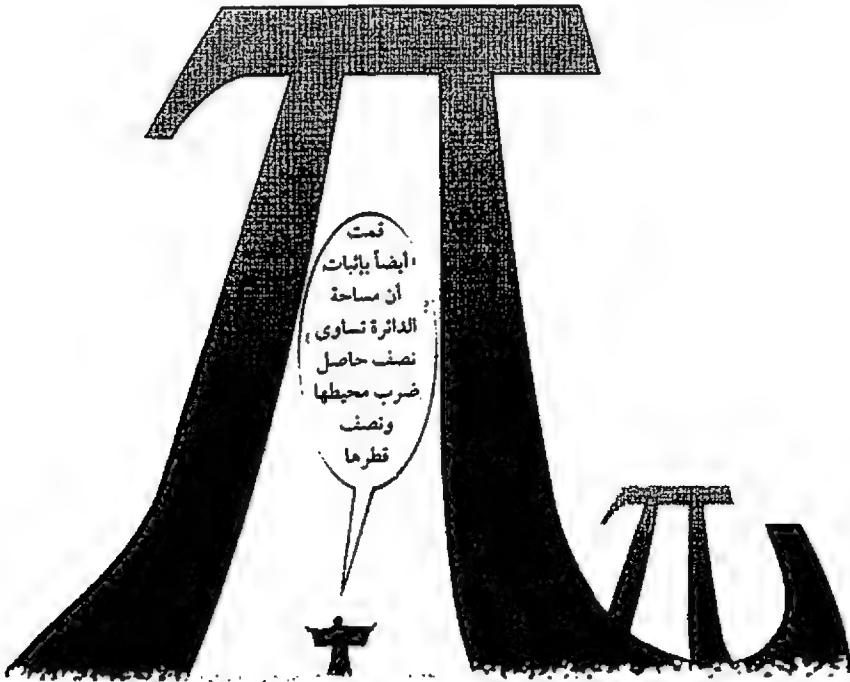
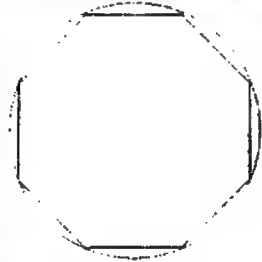
動 靜

新安 賓集程大位汝思甫 編

وقد اهتم الصينيون أيضاً بالمربعات السحرية التي يتم ملء خاناتها بأرقام عندما تُجمع تغطي نفس الرقم، ويطبق هذا على الصفوف الرأسية والأفقية والقطرية أيضاً. واختراع الصينيون مكعبات ثلاثية الأبعاد لها نفس الخاصية. وظل الصينيون منشوقين للبحث عن قيمة دقيقة لـ «ط». وقد استنتج «ليو هوى» (وهو أحد علماء الرياضيات القدماء في الصين) قيمة لـ «ط»

4	9	2
3	5	7
8	1	6

حتى أربع علامات عشرية. وبني ليو هوى طريقته على «طريقة الاستنزاف» حيث من الممكن وضع مضلع داخل الدائرة وعن طريق زيادة عدد أضلاعه حتى تصل أطوالها إلى حد من القصر يمكننا معه مساواة المضلع بالدائرة.



وفي القرن الخامس بعد الميلاد قام الفريق المكون من الأب والابن تسو تشونج تشيه وتسو كنج تشيه بالحصول على قيمة لـ ط تساوي ٣,١٤١٥٩٢٦ و ٣,١٤١٥٩٢٧. لم يتم التوصل لهذا الرقم في العالم الغربي حتى القرن السابع عشر.

## تشيو تشانج

هو أشهر كتاب في الرياضيات الصينية، ولا نعرف من كتبه ولا متى تمت كتابته بالتحديد ولكنه يفترض أنه يعود إلى آخر سلالة «تشين» أو بداية سلالة «هان» (القرن الأول بعد الميلاد).

وهذا الكتاب يغطي الموضوعات التالية :

孟子說孩提之童無不知愛其親也只看孩提

此書係漢文王國維所著

• مراجعة أساسية (مع قواعد الجمع والطرح للكسور والنسب (النسب المئوية).

• التوزيع النسبي (المتواليات الهندسية والحسابية بالإضافة إلى قاعدة الثلاثة).

• قياسات أولية (إيجاد الجذور التربيعية والتكعيبية بطرق هندسية).

• دليل المهندسين (حجوم الأجسام ثلاثية الأبعاد).

... ..

هذا بالإضافة إلى أجزاء أخرى عن الضرائب وبعض الألغاز وطرق الجدولة.

心萬不容已既不能放下他又肯輕動着他所以

孩提

父母便一時也難過文王國維

孩提

يوضح لنا عمق كتاب تشيو تشانج مدى تعقيد الرياضيات الصينية منذ بداية التقويم الميلادي في الغرب



أربعة علماء رياضيات صينيون

يعتبر آخر القرن الثالث عشر وبداية القرن الرابع عشر هي فترة أقصى ازدهار للرياضيات الصينية. وقد عاش خلال هذه الفترة أربعة من أشهر علماء الرياضيات في الصين.



وكان هناك أكثر من ثلاثين مدرسة رياضيات عبر الصين وكانت الرياضيات مادة إلزامية في اختبارات الخدمة الوطنية العامة.

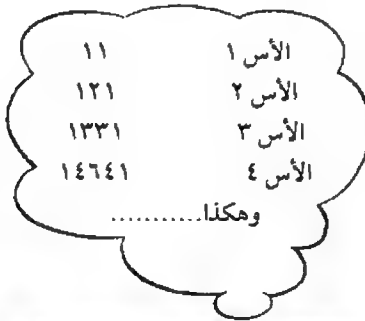
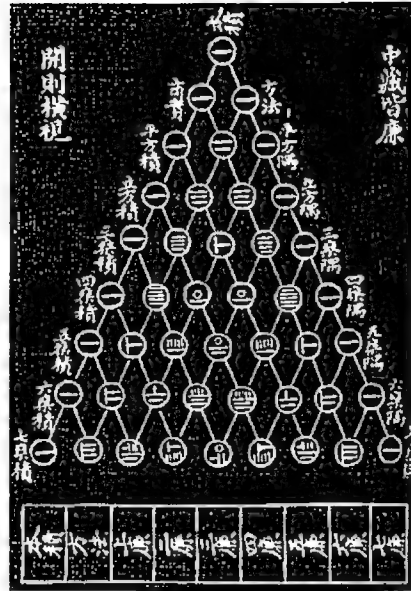
ويعتبر العالم تشين تشيو شاو واحداً من أعظم علماء الرياضيات الصينيين على الإطلاق وقد عمل في الخدمة العسكرية والمدنية وكان كتابه تسعة قطاعات من الرياضيات يتضمن بعض الأفكار الجديدة وقدم تحليلاً غير معروف من قبل (وهو دراسة المسائل التي لها حلول على هيئة أرقام صحيحة).

وقد درس كلُّ من «يانج هوى» و «تشو شيه تشيه» التباديل والتوافق بين التعبيرات وتوصلوا إلى ما نسميه الآن بنظرية ذات الحدين. وتتضمن هذه النظرية ضرب مقدارين مكونين من حدين مثل (س + ١) و (س + ٣) والذي يعطى ناتجاً س٢ + ٤س + ٣ = ٠

وكلما ازداد عدد المقادير المضروبة ببعضهما ازداد عدد الحدود في الحل النهائي مثل :

$$(س + ١)(س + ١)(س + ١) = (س + ١)^٣ = س^٣ + ٣س^٢ + ٣س + ١$$

وقد قاد هذا عالمي الرياضيات للعمل في ما نعرفه الآن بمثلث باسكال. فقد اكتشفا أنه إذا



لاحظ أحدنا الأرقام المصاحبة للسينات يظهر نموذج معين. بالنسبة للأس الأول (مثل (س + ١)) هذه الأرقام هي ١، ١؛ وبالنسبة للأس ٢ (مثل (س + ١)²) تكون الأرقام ١، ٢، ١؛ وبالنسبة للأس ٣ (مثل (س + ١)³) تكون الأرقام ١، ٣، ٣، ١؛ وبالنسبة للأس ٤ (مثل (س + ١)⁴) تكون الأرقام ١، ٤، ٦، ٤، ١. وهكذا. وقد تم تخطيط هذه الأرقام في نفس الصورة التي صممها باسكال في القرن السابع عشر.



باسكال

وقد استخدم مثلث باسكال فى حساب الاحتمالات. على سبيل المثال يعطى النصف الثانى التباديل المختلفة عند رمى قطعتى نقود. فهناك احتمال واحد أن تظهر صورتان واحتمالان أن تظهر صورة وكتابة ، واحتمال واحد لظهور كتابتين.



وقد تم توضيح ذلك بواسطة عالم الرياضيات تشيا هسين (١١٠٠ ميلادية) وربما تكون ظهرت قبل ذلك.

## الرياضيات الهندية

تعتمد الرياضيات الهندية (شأنها شأن الرياضيات الصينية) على كل الإثباتات المتنوعة متضمنة التحققات المرئية والتي لم يتم إرجاعها إلى أى نظام استدلالى تقليدى. وقد تطورت الرياضيات الهندية من النظام الذى طوره علماء المنطق وعلماء اللغة الهنديون. وقد تطورت الرياضيات فى الهند فى أربع مراحل واضحة. مرحلة (الهاريبان) من ٢٥٠٠ ق.م. إلى ١٠٠٠ ق.م. وتضمنت الرياضيات الأولية باستخدام الأحجار ، إلخ.

وتلى هذه المرحلة فترة «فيديك» والتي استمرت لمدة ١٠٠٠ عام والتي اهتمت بهندسة الطقس. وخلال هذه الفترة بدأت «الجنسية» و«البوذية» فى الظهور. ثم تلى ذلك الفترة التقليدية والتي استمرت تقريباً حتى عام ١٠٠٠ ب.م. وقد اهتم الرياضيون فى هذه الفترة بتطوير المبادئ القديمة مثل الأرقام والخوارزميات والجبر.



قصيدة من أعمال عالم الرياضيات  
الهندي باسكارا (انظر الصفحة المقابلة)

والمرحلة الأخيرة فى الرياضيات الهندية هى فترة القرون الوسطى «لمدرسة كيرالا» والتي انتهت فى القرن السادس عشر حيث تم تطوير أفكار أكثر ذكاءً، وسبب انتهاء هذه المدرسة فى كيرالا غير معروف تماماً. وعلى أية حال فقد أثرت مدرسة كيرالا كثيراً فى الرياضيات الأوروبية حيث إن الاكتشافات الرياضية فى أوروبا كانت معروفة مسبقاً لدى علماء الرياضيات فى كيرالا قبل ذلك بحوالى ثلاثة قرون.



## هندسة الفيدا (١)

كان هندوس فيديك معجبين جداً بالأرقام الكبيرة التي كانت تشكل جزءاً من المسؤولية الدينية لديهم. فعلى سبيل المثال عند مناقشة أمر مثل القربان كانت تذكر أرقام مثل ١٠٠٠٠٠ مليون. وكان هناك اعتقاد كبير بالأرقام التي تزداد على صورة مضاعفات العشرة، وكلما ازداد الرقم أصبح أكثر إثارة.

وهندسة مذبح الكنيسة تعطينا تصوراً للجبر عند هندوس فيديك. فطبقاً لأحد الأنظمة كان مذبح الكنيسة يأخذ شكل شبه منحرف ذي ضلعين متساويين. ويتم زيادة أو إنقاص أطوال الأضلاع بالتناسب مع الطقوس المختلفة. وهناك طقوس مختلفة تتطلب عدم تغير أطوال أضلاع معينة بينما تزداد أو تنقص أطوال أضلاع أخرى.

وقد مكن هذا القادة الدينيين من المسائل الرياضية التي تتطلب حلولاً جبرية. وقد تم وضع قواعد لهذه العمليات والأسئلة التي تأخذ في اعتبارها عدد الأحجار المستخدمة في هذه التغيرات. وتقدير عدد الأحجار المستخدمة في هذه العملية بحيث لا تتقابل الصدوع في الطبقات المتتالية أدى إلى استخدام المعادلات الآتية.



(١) الفيدا: هي مجموعة الكتب المقدسة في الديانة الهندوسية، وكلمة الفيدا سنسكريتية تعني «المعرفة»، ولم يبق منها سوى أربعة أسفار. (المراجع).

وقد حسب الرياضيون الهنود قيمة ط لأقرب أربع علامات عشرية.

الطريقة الهندية المعتادة لإيجاد مساحة الدائرة أو حجم الكرة ...



... تتكون من تقسيم  
المساحة أو الحجم إلى  
عناصر أصغر ثم يتم  
جمعهم.

يتم تقسيم الكرة - على سبيل المثال - إلى الكثير من  
الأهرام الصغيرة بهدف جمع أحجامهم بنفس «طريقة  
الاستنزاف» التي استخدمها أرشيميدس وقد احتوت هذه  
الطريقة على مبادئ العلم الذي عُرف فيما بعد باسم  
«التكامل» وقد استخدم الهنود هذه الطريقة في الفلك من  
أجل حساب سرعة ومواقع الكواكب. وعلى سبيل المثال

كان للتنبؤ بالكسوف شأن ديني عظيم.  
حيث يكتسب عالم الفلك الذي يستطيع  
التنبؤ بذلك بدقة احتراماً عظيماً. ويعتقد  
بعض علماء تاريخ الرياضيات الهندية أن  
هذا هو البداية الحقيقية لعلم «التفاضل  
والتكامل».

## براهما جوبتا

وظهر الجبر في فترة براهما جوبتا (٥٩٨) (وهو أحد أعظم علماء الرياضيات في الهند) على أنه فرع منفصل من الرياضيات. وقد كتب براهما جوبتا أبحاثاً غطى فيها بعض النقاط مثل الجذور التربيعية والتكعيبية والكسور وقاعدة الثلاثة والخمسة والسبعة وغيرها والمقايضة. وخلال هذه الفترة تم تقسيم المعادلات إلى أنواع ما زالت تعرف حتى الآن: البسيطة Yavat-tavat والتربيعية varga والتكعيبية ghana والتربيعية الثنائية varga - varga. وقد اهتم براهما جوبتا بالمعادلات الخطية ذات المجاهيل وكذلك المعادلات التربيعية. وكان لبراهما جوبتا العديد من المعلقين الذي نقلوا أفكاره عبر السنين.



ومثل باقي العلماء الهنود  
فقد أحب براهما جوبتا  
الأرقام غير النسبية مثل  $\sqrt{2}$   
وحدد قيمتها لدرجة عالية  
جداً من التقريب.

## ارقام "جائین"

اهتم هنود جابن شأنهم شأن هندوس فندك بالأرقام الكبيرة وكانت لهم طريقة منفردة للتشكير في هذه الأرقام فقد اقترحوا أن هذه الأرقام تنقسم إلى ثلاث مجموعات وهي المعدودة والغير معدودة واللامتناهية وكل مجموعة تنقسم إلى ثلاث مجموعات فالمجموعة الأولى على سبيل المثال تنقسم إلى الأرقام القليلة والمتوسطة والكبيرة أما المجموعة الثانية تنقسم إلى غير معدودة تقريباً وغير معدودة حقيقياً وغير معدودة غير معدودة أما المجموعة الثالثة فهي تقريباً لا نهائى ولا نهائى حقيقى ولا نهائى لا نهائى ولم تعرف أوروبا قدر هذه الأرقام إلا منذ قرن مضى من خلال أعمال كانطور

1,000,000,000,000

قام أحد علماء الرياضيات التابع  
لجماعة حانين وهو ماها فيراشاريا  
(١٨٥٠) باستخدام الأرقام السالبة في  
اعتباره وذكر الصفر على أنه

الرقم الذى إذا قسم  
على صفر لم يتغير.

يجب أن يكون  
ما لا نهاية

## اندماجات فيديك وجاين

كان كل من فيديك وجاين اليهود مغرمًا بالتعامل مع الاندماجات. وأحد مصادر هذا الاهتمام كان قصائد فيديك الشعرية وتغيراتها. وكان بعض هذه الأبيات مكوناً من ٦ مقاطع وبعضها من ٨ أو ٩ ، ١١ أو ١٢. وكان التحدي هو تغيير الأصوات الطويلة والقصيرة في كل مجموعة مقاطع وإيجاد الاندماجات المختلفة المتاحة. وقد أدى هذا البحث إلى العديد من مسائل التبادل على سبيل المثال. الروائع التي تنتج من خلط ١٢ مادة في صورة منفردة أو ثنائيات أو ثلاثيات في نفس الوقت.



## الشعر الرياضي

تم تناقل الأفكار الرياضية الهندية في صورة الشعر. ويشيع وجود الألغاز الرياضية في الشعر حتى الآن، وأحد الألغاز الرياضية الشعرية هو :



الإجابة هي ٢٨ . وإذا أراد أحد  
أن يحصل عليها فعليه أن يقوم بها بطريقة  
عكسية لما هو مذكور في اللغز لذلك  
نقوم بالترتيب  $\times ١٠$  ، ٨ -  
( )  $٢ +$  ، ٥٢ ، الغ



ها هي طريقة الحل :  $١٩٦ = ٥٢ + ٢ [٨ - (١٠) (٢)]$

بعد ذلك  $١٩٦ \div ١٤ = ١٤$

ثم  $٢٨ = \frac{(٧/٤) (٧) (٢/٣) (١٤)}{٣}$  الإجابة

وفي هذه الأيام نغير عن الإجابة يس ونكتب :  
 $٢ = ٣ \sqrt{(٨ + ٥٢ - ٢ (\frac{٢}{٣} \times \frac{٤}{٧} \times ٣))}$

و بدون خلط فإن هذا التعبير السخند يكافئ تماماً  
التعبير القديم وللحصول على حل نجعل س  
تصب أعيننا ونحاول أن نجعلها في طرف وحدها  
لنحصل على قيمة لها في الطرف الآخر





## راما نوجان

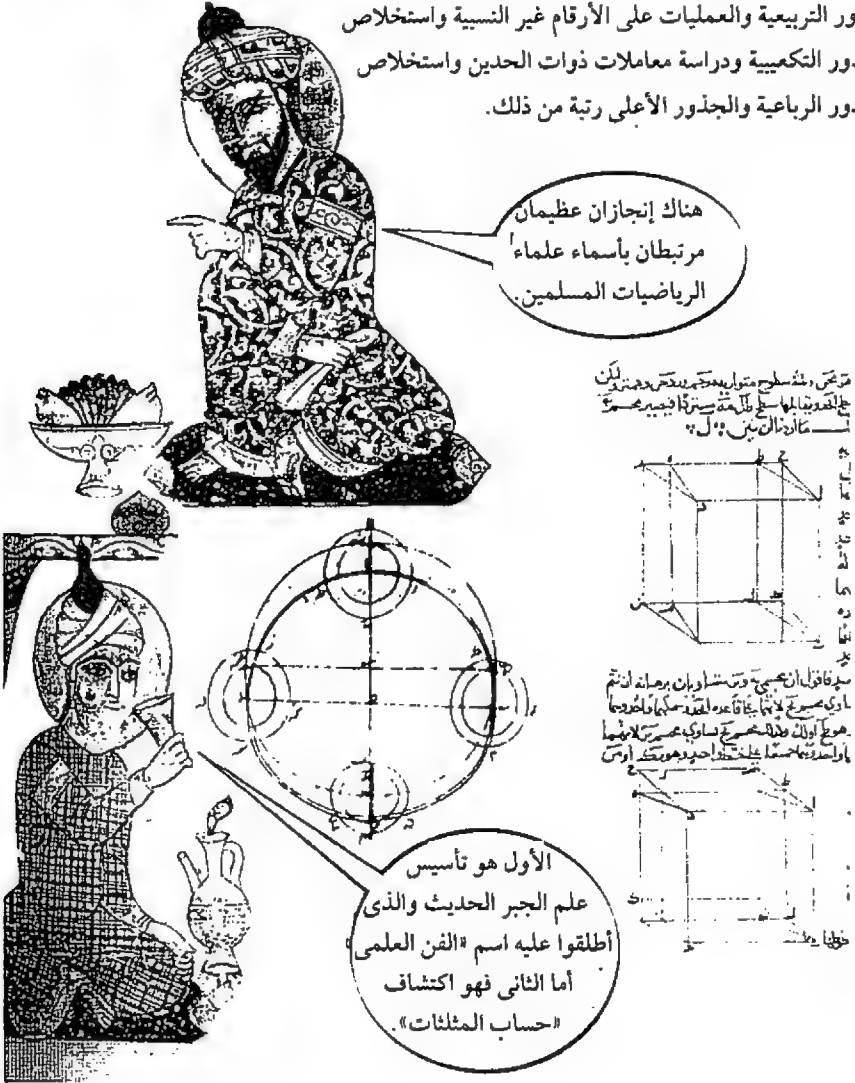
يحتوى التاريخ الهندى على العديد من الرياضيين البديهيين فعلى سبيل المثال كان «سرينفازا راما نوجان» (١٨٨٧ - ١٩٢٠) فاشلاً أكاديمياً ولكنه كان عالم رياضيات لامعاً. وقد اعتمد راما نوجان على المذهب التصوفى والميتافيزيقا وكذلك الأفكار التجريدية فى دراسة الرياضيات . وكانت طريقة الوصول إلى النتائج العميقة الذكية (وبالمناسبة الخطأ) خارج نطاق فهم أى أحد وكان نصيره فى انجلترا عالم الرياضيات ج.ه. هاردى والذي زاره ذات مرة بينما كان مريضاً فى أحد المستشفيات.





## الرياضيات الإسلامية

قام المسلمون بتوحيد الفكر الرياضى فى كل الحضارات السابقة لهم ، حيث قاموا بدمج الجبر والعلاقات الحسابية البابلية والهندية والصينية بالعلاقات الهندسية اليونانية والإغريقية. ونتيجة لذلك كان علماء الرياضيات المسلمون على درجة عالية من الجرأة فى التعامل مع العمليات الحسابية على الأرقام الصحيحة والكسور وكذلك استخدام وتحويل الأرقام العشرية والسداسية أيضاً استخلاص الجذور التربيعية والعمليات على الأرقام غير النسبية واستخلاص الجذور التكعيبية ودراسة معاملات ذوات الحدين واستخلاص الجذور الرباعية والجذور الأعلى رتبة من ذلك.



## الخوارزمي

محمد بن موسى الخوارزمي (توفي عام ٨٤٧) هو مؤسس علم الجبر الذي نعرفه في أيامنا الآن. وقد أتت كلمة الجبر من عنوان كتابه «كتاب المختصر في حساب الجبر والمقابلة». وتشتق كلمة خوارزم من اسمه. وقد وضح الخوارزمي كيفية اختصار أى مسألة إلى واحدة من ست صيغ قياسية باستخدام عمليتين الأولى تعرف بالجبر والثانية هي المقابلة. وتهتم الطريقة الأولى (الجبر) بنقل الحدود لحذف الكميات السالبة (مثل  $س = ٤٠ - ٤$  س تصبح  $٥٠ = س + ٢$   $٢٩ + ١٠ = س$  تقوم المقابلة باختصارها إلى  $س = ٢١ + ١٠$  س).

والمقابلة هي العملية التالية وهي عبارة عن موازنة الكميات الموجبة المتبقية (لذلك إذا كان لدينا

كتاب المختصر في حساب الجبر والمقابلة  
المؤلف: محمد بن موسى الخوارزمي

لقد أجزأ الجبر الخوارزمي


هذا كتاب وضعه الخوارزمي

في هذا الكتاب لم يستخدم الخوارزمي أية رموز كما نستخدم الآن وقام بالتعبير عن الرياضيات بصورة كلمات وباستخدام الكلمات قام باكتشاف حلول للمعادلات التربيعية ووضع المعادلة العامة

أ س + ٢ ب س + ج = ٠  
والتي لها حل

س =  $\frac{-ب \pm \sqrt{ب^2 - ٤ أ ج}}{٢}$

قابلنا هذا قبل ذلك في ص ٥١



## تطوير الجبر



وقد شرع علماء  
الرياضيات المسلمون  
بتأنٍ في العمل على المجاهيل  
بمساعدة كل الأدوات الحسابية  
تماماً كما يتعامل خبراء  
الحساب مع المعلومات.

نحن نعرف أن الجبر له هدف مزدوج،  
الأول هو التطبيق التقليدي للمعاملات  
الحسابية الأولية بصورة تعبيرات جبرية،  
والثاني هو دراسة التعبيرات الجبرية بغض  
النظر عما تمثله وذلك لكي نكون قادرين  
على تطبيق العمليات العامة المطبقة  
على الأرقام على تلك التعبيرات.

الصموعل (المتوفى عام ١١٧٥)  
كان الصموعل هو أول من كتب  
النتائج الجبرية في صورة رمزية.

كان أيضاً قادراً على  
التعامل مع الأرقام السالبة  
والتي اعتبر أن لها كينونة  
خاصة.



في كتابي الفخري  
قمت بدراسة «أسس  
المجاهيل» المختلفة.

وكذلك قمت  
بتطبيق عمليات حسابية  
على التعبيرات الجبرية  
وأنتجت أول جملة في جبر  
«كثيرات الحدود»

الكراجي

(توفي عام ١٠٠٠)

تم استخدام أعمال الكراجي  
بواسطة من تبعه لإيجاد قواعد  
قسمة كثيرات الحدود واحدة  
على الأخرى وكذلك قواعد  
إمكانية إيجاد الجذور التربيعية  
لكثيرات الحدود.

ونج عن ذلك «التحليل الاندماجي»  
والذي تم تطبيقه بعد ذلك في تحليل  
وحساب احتمالات ترتيب الأوراق  
وأبجدية التردد.

تم أيضاً استنتاج  
معادلة لمفكوك ذات  
الحدين.

وتم عرض جدول  
لمعاملاتها وهو مثلث باسكال  
الذي كان قد اكتشف بواسطة  
علماء الرياضيات الصينيين.

وقد قام عمر الخيام (المتوفى عام ١١٢٣) بمناقشة إيجاد  
الجزء من الدرجات الرابعة والخامسة والسادسة والأعلى من  
ذلك بطريقة اكتشافها والتي لا تتضمن استخدام الهندسة  
ولكنها مكافئة لمثلث باسكال. وكان اكتشافه هذا معاصراً  
للاكتشاف المشابه في الصين.



## اكتشاف حساب المثلثات

قدم علماء الرياضيات المسلمون النسب المثلثية السنة الأساسية وامتدادهم في حل مسائل حساب المثلثات.

وقد حل حساب المثلثات الحديث محل الطريقة غير البارة لاستخدام الأوتار (المبنية على قطاعات من الدائرة) التي استخدمت بواسطة عالم الفلك اليوناني العظيم Ptolemy (١٠٠ - ١٧٠) ويتم تعريف هذه الدوال بواسطة أضلاع المثلث القائم الزاوية، والمسمون بـ «م» للضلع المقابل لزاوية ما و «ج» للضلع المجاور لها و «و» للوتر، وهذه الدوال هي  $\sin$ ،  $\cos$ ،  $\tan$ ، وظا  $= \frac{1}{\cos}$  وقد نتج منه هذه التعريفات البسيطة عالم غير مصدق من العلامات. وقد كان حساب المثلثات عبارة عن أعظم تطور هام للرياضيات والفلك والعلوم العملية مثل مساحة الأراضي وبناء الحصون.

والدوال الثلاثة الأخرى هي عبارة عن مقلوب الدوال الأولى وهي :

$$\csc = \frac{1}{\sin} = \frac{1}{\text{م}} = \text{مجا} ، \sec = \frac{1}{\cos} = \frac{1}{\text{ج}} = \text{جتا} ، \tan = \frac{1}{\cot} = \frac{1}{\text{ظا}} = \frac{\text{م}}{\text{ج}}$$



## البطاني

قام البطاني (المتوفى عام ٩٢٩) بإنتاج عدد من العلاقات المثلثية والتي تتضمن :

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin \gamma}{\sin \delta}$$

$$\sin^2 \alpha + \sin^2 \beta = \sin^2 \gamma$$

وقام كذلك بحل المعادلة  $\sin \alpha = \sin \beta$  مكتشفاً بذلك المعادلة

$$\sin^2 \alpha + \sin^2 \beta = \sin^2 \gamma$$

قام أيضاً  
بإستخدام فكرة المماس  
أو الظل (التي قدمها المرواني  
(المتوفى عام ٩٠٠) لأول  
مرة) لتطوير معادلة  
لحساب ظل الزاوية ومقلوب  
الظل، وكذلك قيمته بتجميع  
جدول لمقلوب الظل.



## أبو وفا

استنتج أبو وفا (المتوفى عام ٩٩٨) العلاقات التالية :

$$\text{جا (أ + ب)} = \text{جا أ جتا ب} + \text{جتا أ جا ب}$$

$$\text{جتا أ} = ١ - ٢ \text{ جا أ جتا أ}$$

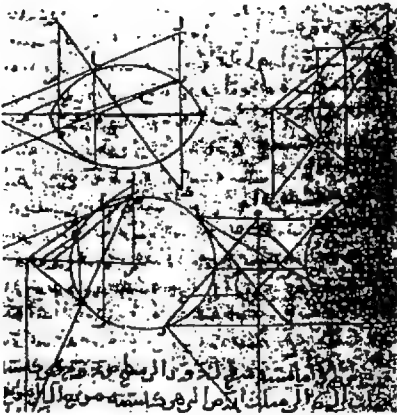
$$\text{جا أ} = ٢ \text{ جا أ جتا أ}$$

وكذلك اكتشف صيغة الجيوب للهندسة الكروية

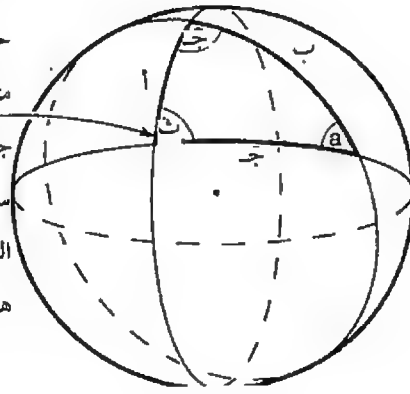
$$\frac{\text{جا أ}}{\text{جا ب}} = \frac{\text{جا ب}}{\text{جا ج}} = \frac{\text{جا ج}}{\text{جا د}}$$



كانت أعماله نافعة جداً لدرجة أنها عبرت أوروبا كلها خلال فترة النهضة . قمت أيضاً بإعداد جداول مثلثية جديدة و طورت طرق حل بعض مسائل المثلثات الكروية



حيث أ، ب، ج هي أطوال أجزاء الدوائر التي تكون مثلثاً على سطح الكرة مقدرة بالدرجات أما أ، ب، ج فهي الزوايا المقابلة لها. ويتم عمل الدوائر على سطح الكرة بواسطة المستويات التي تمر بمركز تلك الكرة. (في هذه الأيام تتبع الطائرة العابرة للقارات هذه الدوائر حيث إنها تعتبر أقصر مسافة بين نقطتين).





## ابن يونس وثابت بن قرة

قام ابن يونس المتوفى عام ١٠٠٩ بتحقيق الصيغة التالية :

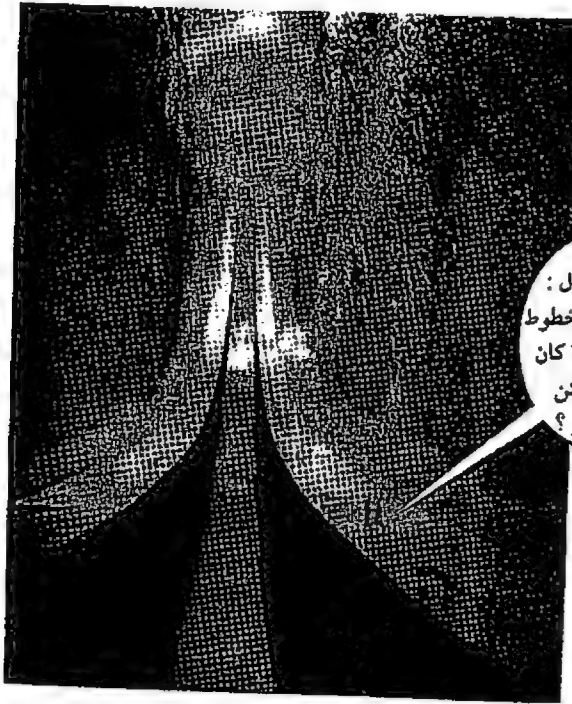
$$\frac{1}{2} = \text{جتا } (أ + ب) = \text{جتا } (أ - ب)$$

وبالرغم من أنها مبنية أساساً على علم المثلثات إلا أنها مكتنتنا من تحديد قيمة لحاصل الضرب على صورة مجموع. وفي الوقت الذي كانت فيه عملية ضرب رقمين مكونين من عدد كبير من الخانات تعتبر عملية مملة كانت هذه المعادلة موفرة للجهد بطريقة كبيرة ، بعد ذلك أعطت هذه الصيغة بوادر نشأة اللوغاريتمات والتي قامت بنفس المهمة بصورة مباشرة، أيضاً أدت هذه الصيغة إلى الصيغة الأساسية لحساب المثلثات الدائرية المستخدم في هذه الأيام من خلال معادلة جيب التمام.

$$\text{جتا } \hat{أ} = \text{جتا } \hat{ب} \cdot \text{جتا } \hat{ج} + \text{جا } \hat{ب} \cdot \text{جا } \hat{ج} \cdot \text{جتا } \hat{أ}$$

(حيث أن أ هو طول الضلع الدائري وأ هي الزاوية المقابلة له).

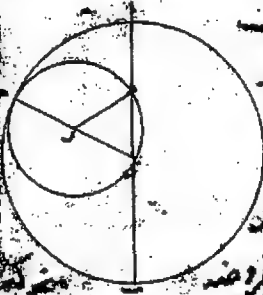
كتب ثابت بن قرة (المتوفى عام ٩٠١) في نظرية الأرقام واستخدامهم في وصف النسب بين الكميات الهندسية وهي خطوة لم يخطها اليونانيون أبداً.



وكذلك  
ناقش السؤال :  
أين تتلاقى الخطوط  
المتوازية إذا كان  
من الممكن  
أن تتلاقى ؟

## الطوسي

بن المراد من الدائرة الصغيرة مدالة



ر. م. ح. ص. ف.

ل. م. ح. ص. ف.

س. م. ح. ص. ف.

م. م. ح. ص. ف.

م. م. ح. ص. ف.

م. م. ح. ص. ف.

الخط الذي وضعه بن مراد

الخط الذي وضعه بن مراد

الخط الذي وضعه بن مراد

الخط الذي وضعه بن مراد

الخط الذي وضعه بن مراد

يعتبر ناصر الدين الطوسي (المتوفى عام ١٢٧٤) أفضل العلماء في مجال حساب المثلثات بنوعيه المستوى والكروي. ومعالجته المبنية على الفهم لتحليل المثلثات الكروية تعتبر واحدة من الدراسات المؤسسة لتطوير علم الرياضيات. وقد أسس أزواج طوسي والتي وضح من خلالها أن الحركة في

خط مستقيم ذهاباً وإياباً يمكن

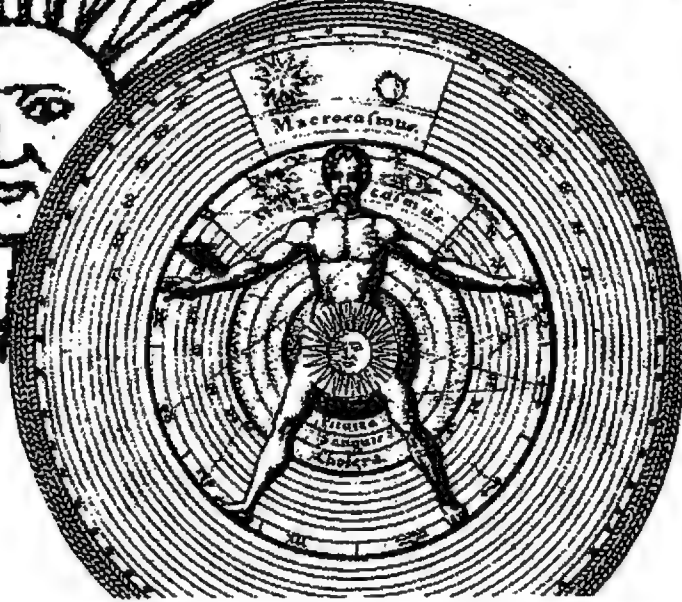
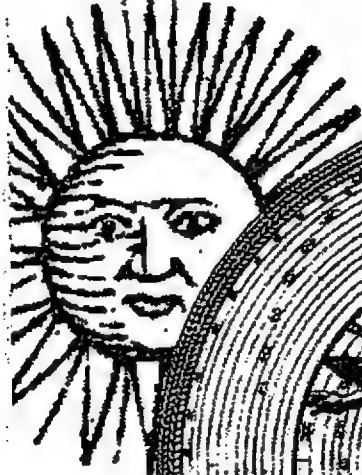
تمثيلها على هيئة تراكب حركتين

دائريتين. وقد مكن هذا البحث

العالم نيقولاس كوبرنيكوس (١٤٧٣ - ١٥٤٣) من تمثيل حركة

الكواكب المعقدة على هيئة حركة دائرية مركبة وذلك سهل عليه إنشاء

نظام فلكي يتركز حول الشمس وليس الأرض.



## حل المسائل التى تتضمن أرقاماً صحيحة

ظلت المسائل التى لها حلول عبارة عن أرقام صحيحة شائعة على مر القرون، فهذه هى الأرقام التى يفهمها التلاميذ. ومثال تلك المسائل هو مسألة الوراثة :



وتم التوصل لأول تقريب لهذه المسائل بواسطة ديوفانتوس (٢٧٥) وكان علماء الرياضيات المسلمون على درجة عالية من النشاط فى تطوير هذا العمل. وكانت نقطة البدء الطبيعية هى أرقام فيثاغورث مثل ٣، ٤، ٥ والتى تكون أطوال أضلاع مثلث قائم الزاوية، وتم تعميم هذه العلاقة وقام العلماء المسلمون بالبحث عن حل صحيح للمعادلة  $s^2 + n^2 = c^2$ . وكان هناك العديد من علماء الرياضيات من قاموا بإثبات استحالة حل هذه المعادلة ومن ضمن هؤلاء كان فيرمان لو الذى سميت هذه المسألة باسمه. وقام العلماء التاليين باكتشاف بعض الأخطاء التى بينت أن هذه المسألة صعبة جداً بالفعل !

## نشأة الرياضيات الأوروبية

اعتمدت الرياضيات الأوروبية في تطورها على المساهمات من كل الحضارات الأخرى، فخلال العصور الوسطى كانت أوروبا أقل شأنًا من الحضارات الأخرى في كل نواحي التقنية والعلوم والثقافة . وقد بدأت في اللحاق بالركب عن طريق الاحتكاك الثقافي أثناء الحملات الصليبية ومن خلال الحوار بين العلماء في كل من أسبانيا وإيطاليا. وقد تم نقل وترجمة الأعمال العربية سواء إذا كانت مترجمة من اليونانية أو أعمالاً أصلية وذلك بواسطة فرق عمل متضمنة الوساطة اليهودية في بعض الأحيان.

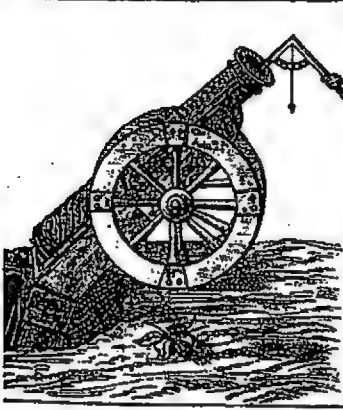


ومن بقايا هذه العملية الأسماء العلمية التي تبدأ بـ "ال" مثل الجبر والكحول (Algebra & Alcohol). وقد تم إعادة اكتشاف العلاقات الفيثاغورية من الرياضيات الفنية والصوفية خلال عصر النهضة في القرن الخامس عشر.



بعد ذلك في القرن السادس عشر وهو عصر التوسع بدأت الرياضيات الأوروبية في النهضة

الاكتشافات والفتوحات والحروب الدينية كانت هي الفكرة العظيمة في هذا العصر



وكانت الرياضيات لها دور أساسي في الإبحار في أعالي البحار وتم تطبيقها في كثير من المجالات مثل الدفاع (تصميم الحصون) والهجوم (مصابط المدفعية) في داخل الأوطان. وكانت المجالات مثل حساب المثلثات هامة جداً لنجاح هذه المغامرات، وقد تم تقدمها في كلا المجالين التجريبي والنظري.

هذا بالإضافة إلى التطور المتتابع للعلوم التجارية والتي تطلبت تحسين طرق المحاسبة. وقد دعت الكنيسة في البداية لاستخدام الأرقام العربية والاحتفاظ بالكتب ذات اللغتين (العربية والأوروبية على سبيل المثال). وكان ذلك لا يحتاج إلى تبرير ولكنه أمر واجب القبول. وفي هذه الأيام أصبحت هذه الأمور هامة جداً لدرجة يصعب معها إهمالها أو تجاهلها.

وقد صاحب تطور الرياضيات الأوروبية في المجال النظري بعض الأزمات والمتناقضات. فقد أصبحت الأرقام السالبة والأرقام غير النسبية ( والتي نادراً ما أزعجت الصينيين والهنود والمسلمين) على درجة عالية من الصعوبة بالنسبة لعلماء الرياضيات الأوروبيين حتى أثناء استخدامهم بنجاح باهر. وفي الحال أدت هذه المتناقضات إلى ظهور مجالات جديدة من الرياضيات ...



... والتي أصبحت  
خلال القرن العشرين  
قمة المتناقضات نفسها

## رينيه ديكارت

ويلاحظ أن أعظم مبتكر أوروبي في الرياضيات هو الفرنسي رينيه ديكارت (١٥٩٦ - ١٦٥٠) والذي كان فيلسوفاً أيضاً. ومن خلال أبحاثه الشخصية في التأكد تحول من تعلم الأدب الإنساني إلى متابعة الرياضيات، ولكنه في البداية كان محبطاً.



لماذا كان ديكارت على هذه الدرجة العالية من الاستخفاف بالجبر لدرجة أنه أراد أن يحسنه؟ حسناً، فقد كان الجبر مصاعاً جزئياً في خلال القرن السادس عشر، فقد كانت هناك بعض النقاط العامة ذات الأسماء المختصرة التي لم تكن على درجة وصف واضحة ولا حتى تمت معالجتها بطريقة بارعة. ولكن بالنسبة لعلماء الرياضيات في ذلك الوقت كانت هناك أمور أسوأ، فقد وجدوا أنفسهم يقومون بوصف أشياء تافهة أو سيئة!

لقد ذكرنا سابقاً الأرقام التخيلية، وهي جذور المعادلات مثل  $س٢ + ١ = ٠$  ، إلى  
 أى نوع من الأرقام تنتمى هذه الأرقام ؟  
 فنحن لا نستطيع عد الأشياء بواسطة هذه الأرقام. أيضاً ما هى الكميات الفيزيائية  
 التى يعطى مربع قياسها كميات سالبة ؟ هذا يعنى أنه يلزم التعامل مع هذه الأرقام  
 بمعالجة بارعة لبعض القواعد، وفى النهاية لا توجد دواعى قلق من كتابة الهراءات مثل  
 تلك !



وفى الحال  
 ظهرت تناقضات  
 أخرى !

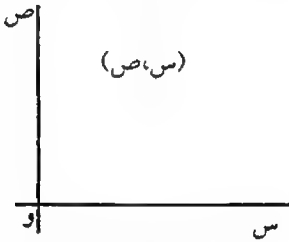


## الهندسة التحليلية

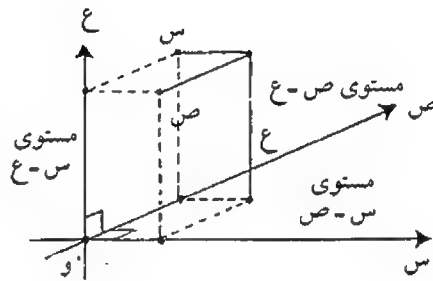
ظهرت الهندسة التحليلية أو هندسة الإحداثيات كنتيجة لمجهودات ديكارت. وتبنى الهندسة التحليلية على فكرة أن أى نقطة فى الفراغ يمكن ...



فى الهندسة المستوية يوجد محوران متعامدان نطلق عليهما «محور س» و«محور ص». ويمكن تحديد موقع أى نقطة فى المستوى بواسطة إحداثياتها (س، ص) والتي تعطى المسافة بين تلك النقطة ونقطة الأصل على المحور بين س و ص ، ونقطة الأصل هى نقطة تقاطع المحورين.



أما فى حالة الثلاثة أبعاد فيوجد ثلاثة محاور متعامدين تبادلياً وهم محور س و ص و ع



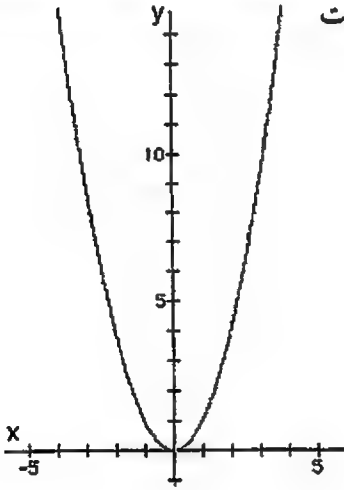


يمكن تمثيل  
أى شكل على محوري  
س، ص نقطة بنقطة



بالإضافة  
لذلك يمكنك تمثيل  
العلاقة بين إحداثيات  
أى نقطة بواسطة  
معادلة

وأبسط شكل يمكن تمثيله هو الخط المستقيم الذى يوصف بواسطة المعادلة  
الخطية  $ص = أ س + ب$  حيث أ، ب ثوابت



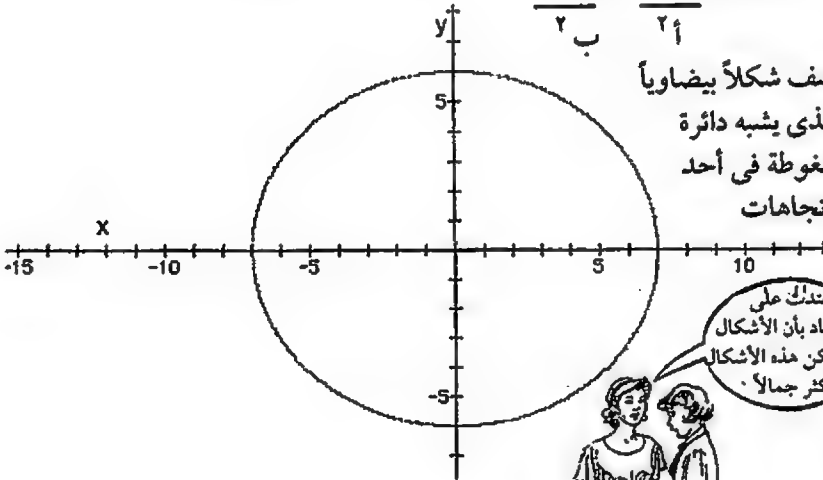
والمعادلة  $ص = س^2$   
نصف القطع المكافئ

... الذى يزداد  
سريعاً لأعلى ..



$$١ = \frac{ص^2}{٢} + \frac{س^2}{٢}$$

فتصف شكلاً بيضاوياً  
والذى يشبه دائرة  
مضغوطة فى أحد  
الاتجاهات

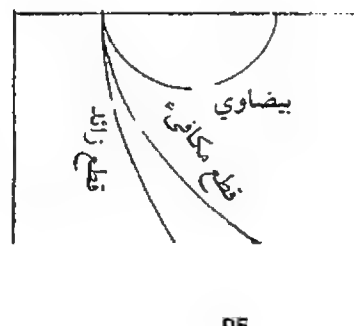
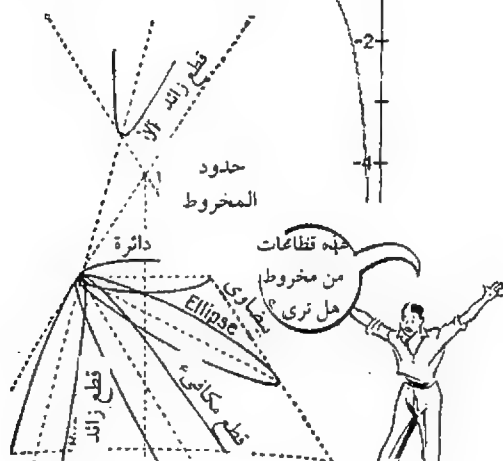
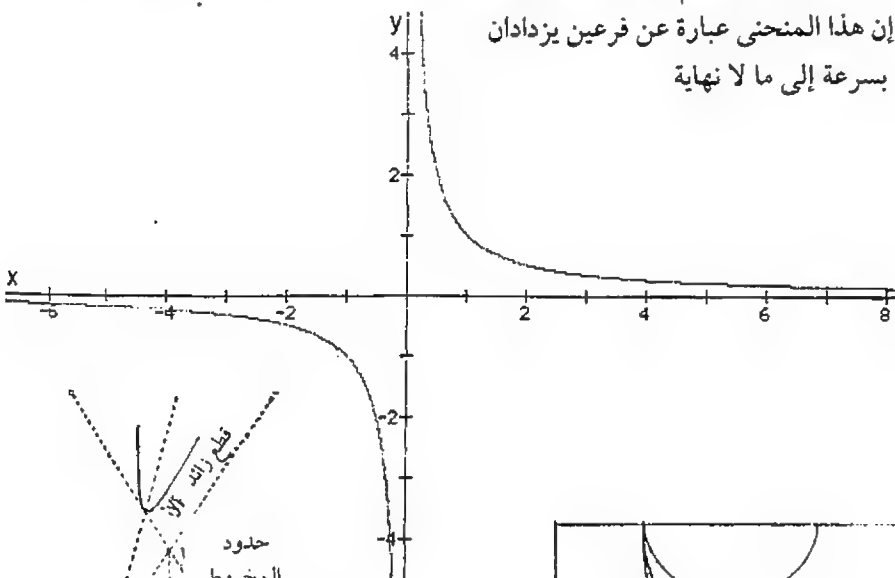


اعتدك على  
الاعتقاد بأن الأشكال  
مسلية ولكن هذه الأشكال  
أكثر جمالاً ..





... وهي القطع الزائد الذي يتم تمثيله بواسطة المعادلة  $\frac{y^2}{2} - \frac{x^2}{2} = 1$  . وإشارة السالب هي التي تقوم بكل أشكال الاختلافات حيث إن هذا المنحنى عبارة عن فرعين يزدادان بسرعة إلى ما لا نهاية

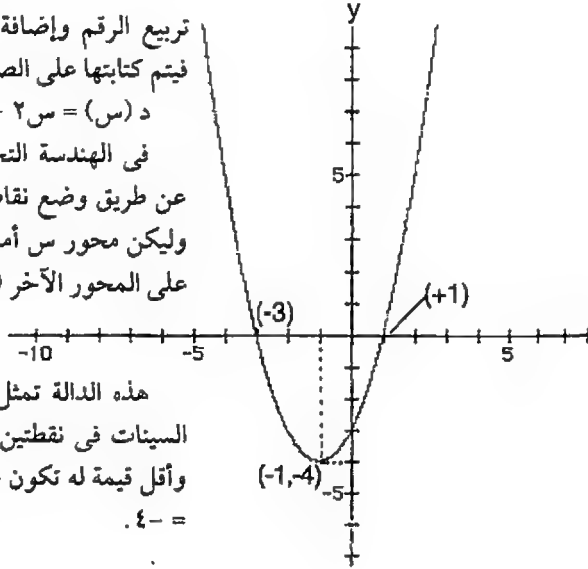


## الدوال

تقوم الدوال بإظهار صورة اعتماد أو علاقة متغير ما بمتغير أو متغيرات أخرى، فنقول إن  $v$  هي دالة في  $s$  أو أن  $v$  هي دالة في  $s$  و  $v$ . (نستخدم الحروف في آخر الأبجدية للتعبير عن المتغيرات، أما تلك في بداية الأبجدية فتعبر عن الثوابت في غالب الأحيان كما استخدمهم ديكارت).



لذلك إذا كانت قاعدة تعريف الدالة هي :  
تربيع الرقم وإضافة ضعفه إليه ثم طرح ثلاثة  
فيتم كتابتها على الصورة  
 $d(s) = s^2 + 2s - 3$   
في الهندسة التحليلية يتم رسم هذه الدالة  
عن طريق وضع نقاط  $s$  على أحد المحاور  
وليكن محور  $s$  أما قيم الدالة المناظرة فتكون  
على المحور الآخر (محور  $v$ ).



هذه الدالة تمثل قطعاً مكافئاً يقطع محور  
السينات في نقطتين  $s = 1$  و  $s = -3$   
وأقل قيمة له تكون عند النقطة  $s = -1$  و  $v = -4$ .

أبسط الدوال  
هي الدوال  
الثابتة

وتأخذ هذه الدوال الصورة  $d(s) = a$ .

وهذا يعني أنه بغض النظر عن قيمة  $s$

فإن الدالة دائماً تساوي  $a$ .

دالة القوى  
تأخذ الصورة  $d(s) = s^n$

$n$  حيث إن  $n$

(رقم اختياري)

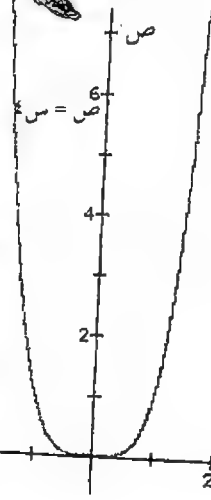
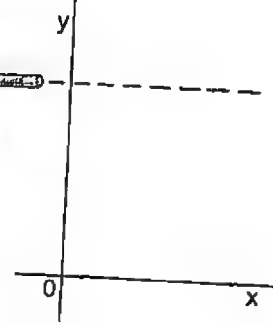
ولكنه ثابت

الدالة

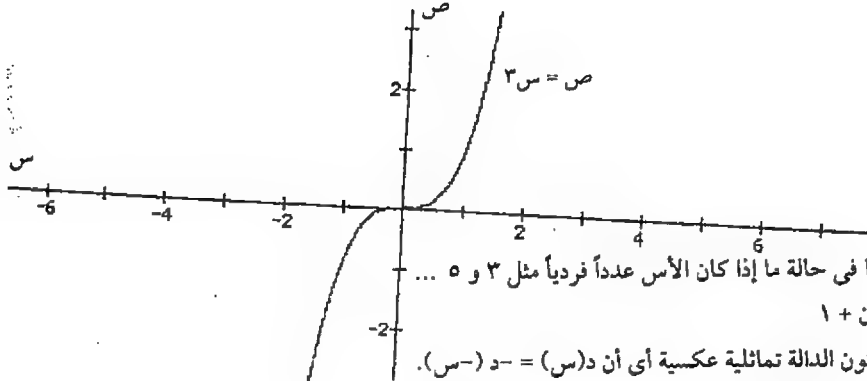
$d(s) = s^2$

$s^2$  هي مثال

لدالة القوى



في حالة ما إذا كان الأس  
زوجياً مثل ٢ و ٤ ... ٢  
 $n$  (قيمة  $n$  أي رقم)  
تكون الدالة تماثلية أي أن  
 $d(s) = d(-s)$



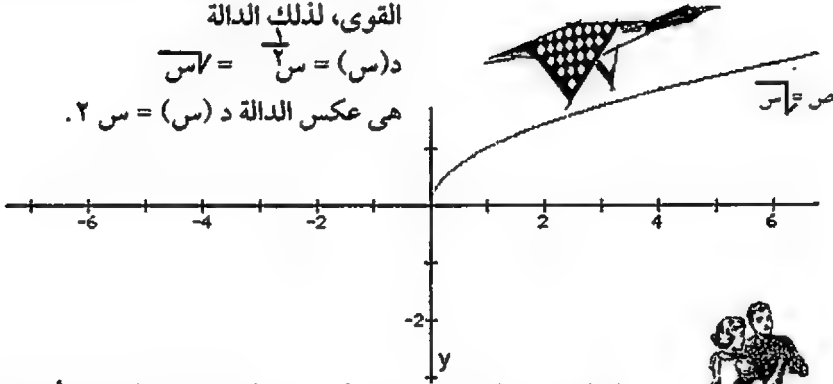
أما في حالة ما إذا كان الأس عدداً فردياً مثل ٣ و ٥ ...  
 $2n+1$   
تكون الدالة تماثلية عكسية أي أن  $d(s) = -d(-s)$ .

الدالة الجذرية هي عبارة عن «عكس» دالة

القوى، لذلك الدالة

$$د(س) = \sqrt[3]{س} = \frac{1}{3} \sqrt[3]{س}$$

هي عكس الدالة د(س) = س<sup>3</sup>.



الدالة كثيرة الحدود يتم تمثيلها بواسطة عدد من الثوابت أ، ب، جـ،

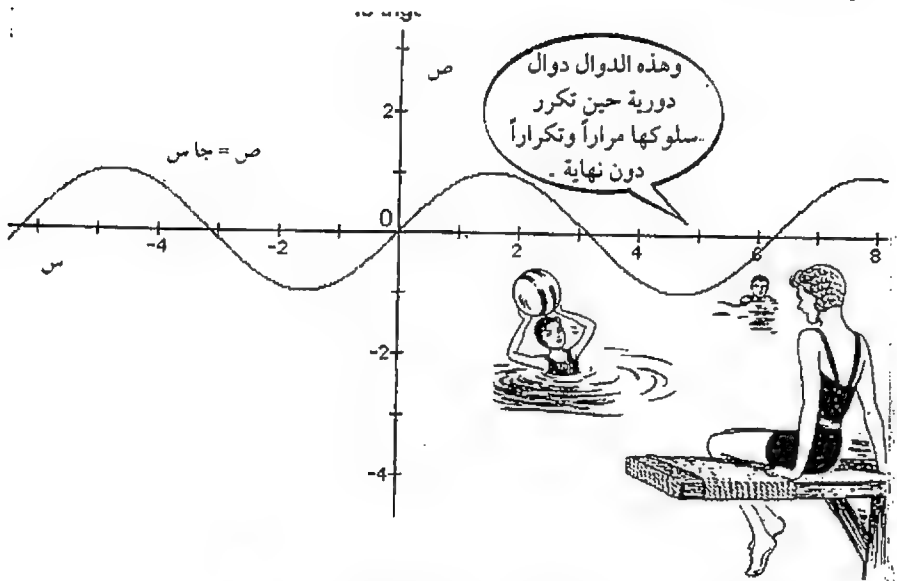
و، ... ومتغير واحد س الذي يتغير في أسسه. لذلك الدالة كثيرة

الحدود من الممكن أن تأخذ الصورة

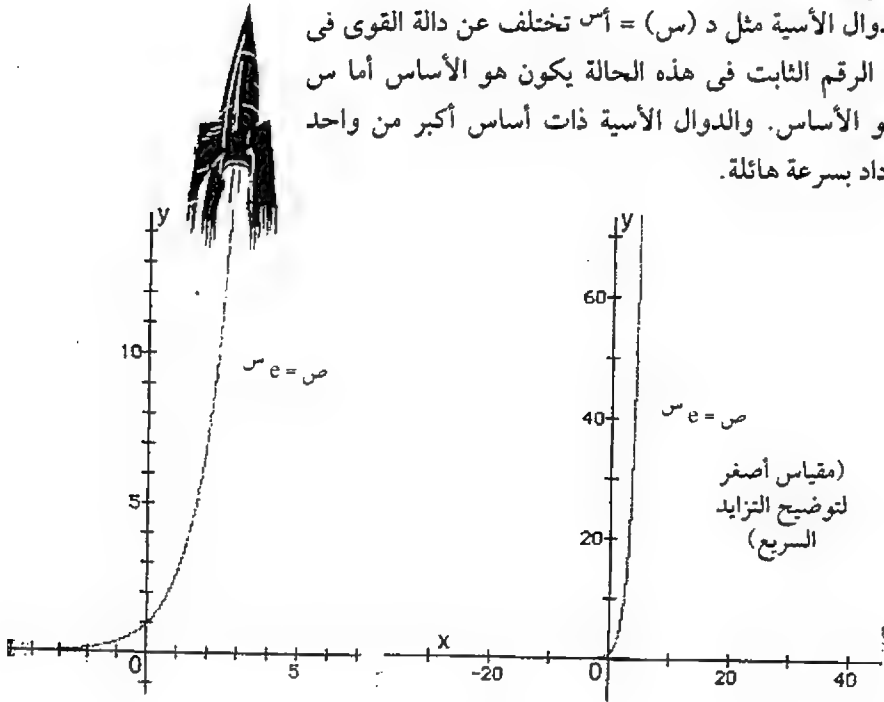
$$د(س) = أ س^3 + ب س^2 + جـ س + د.$$



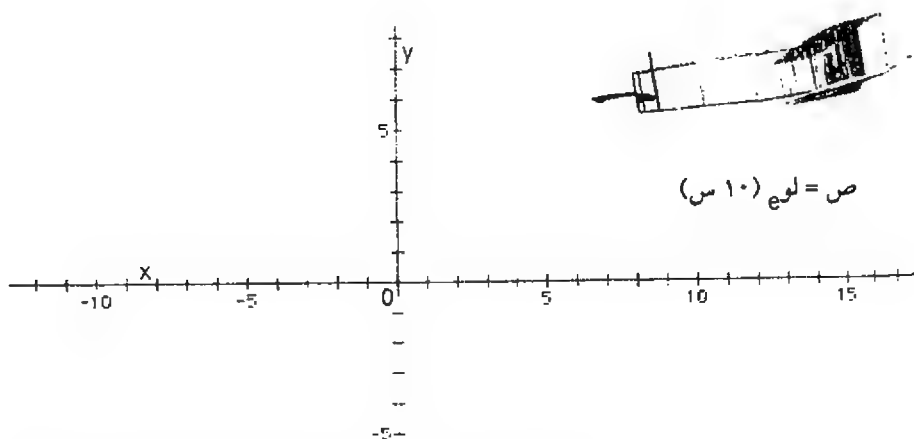
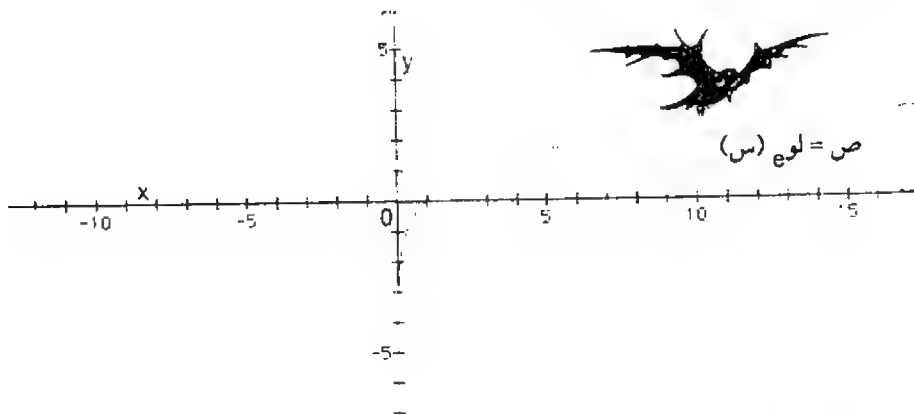
أما الدوال المثلثية فتستخدم النسب المثلثية مثل جا وجنا، وأحد هذه الدوال هي د (س) = جا س



الدوال الأسية مثل د (س) =  $e^s$  تختلف عن دالة القوى في أن الرقم الثابت في هذه الحالة يكون هو الأساس أما س فهو الأساس. والدوال الأسية ذات أساس أكبر من واحد تزداد بسرعة هائلة.



الدوال اللوغارتمية هي عكس الدالة الأسية وتكتب على الصورة  $D(s) = \log(s)$  ؛  
ويسمى الرقم أ بأساس اللوغاريتم. وتتزايد هذه الدوال تزايداً بطيئاً جداً. ومثال تلك  
الدوال :  $\log(10s) = \log(s) + \log(10)$



واللوغاريتمات التي نستخدمها في الجداول لها أساس عشرة.  
وفي الكمبيوتر (والذي يعمل بالحسابات الثنائية المبنية على  
الرقمين صفر وواحد) يكون الأساس المناسب هو اثنان. وفي  
حالة الرياضيات النظرية فإن الأساس المفضل هو :

$$e = 2.71828000...$$

وهذا هو «أبو كل الأساسات» والذي يمثل الدالة الأسية  
 $D(s) = e^s$  والتي لها معدل تزايد مساو تماماً لحجمها.

الدوال هي  
أدوات التحليل  
الرئيسية التي  
تستخدم في  
التفاضل  
والتكامل





## التفاضل والتكامل



كانت أعمال ديكارت هي أوج عملية تحرير الجبر من الكلمات ، تماماً مثلما فعلت الهندسة اليونانية من تحرير الإنشاءات من الأرقام. وقد انطلق تطور الجبر بمجرد أن وضع ديكارت صيغة لوصف العلاقات الجبرية . وخلال أربعين عاماً من نشر الهندسة الجبرية لديكارت قام العالم الرياضى الفيلسوف الألمانى جونفريد ويليام فون لينز (١٦٤٦ - ١٧١٦) بابتكار جبر للانهاية. وهذا هو ما نسميه التفاضل والتكامل وهو أداة فعالة فى تحليل النمو والتغير بصفة عامة.



مكان الجسم المتحرك : س  
السرعة أو الجريان : س'

نيوتن

المتغير س  
الدالة د (س)

المنحنى ص = د(س)

ميل المماس = المشتقة

$$د'(س) = \frac{د(س)}{س}$$

المساحة تحت المنحنى بين

نقطتين س = أ و س = ب

د (س) = د(س)

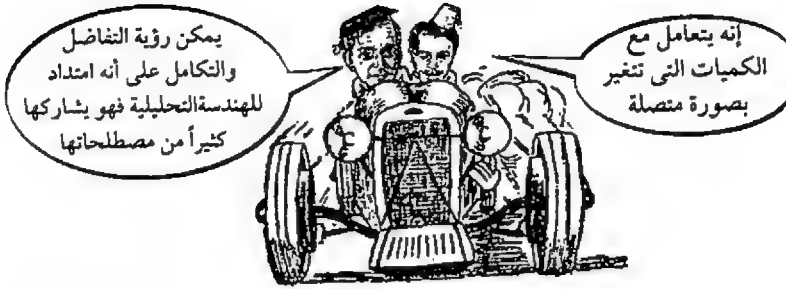
لينز

أما السير إسحق نيوتن (١٦٤٢ - ١٧٢٧) فقد قام باكتشاف مماثل لذلك فى فترة سابقة نوعاً ما ولكنه قام فقط باستخدام ملاحظات ديكارت فى صورة موسعة بدلاً من الإضافة إليه لذلك فإن الصورة التى وضعها لينييز للتفاضل والتكامل هي الصورة السائدة هذه الأيام. لذلك فإن الفيلسوفين ديكارت ولينييز هما اللذان وضعوا الأفكار والملاحظات التى شكلت الرياضيات بعد ذلك.



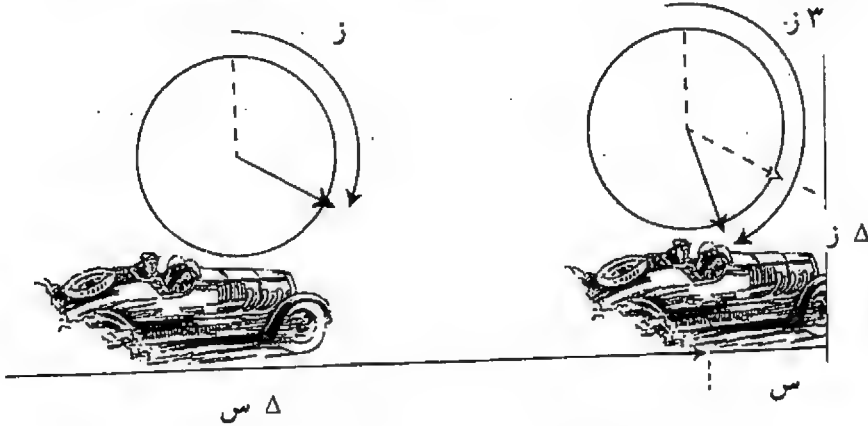
سر التفاضل والتكامل  
يكن فى توحيد نوعين من  
المسائل التى لم يسبق لها أن ارتبطت،  
والتي نسميها الآن التفاضل أو الاشتقاق  
والثانية التكامل

## التفاضل



عملية إيجاد كيفية تغير كمية ما تسمى التفاضل، فعندما نقوم بتفاضل دالة ما فإننا نحصل على معدل تغيرها .

فإذا أخذنا في الاعتبار مركبة تسير في طريق ما ، فإننا نجد أن موقعها يتغير بصورة متصلة على طول الطريق. وعند أي زمن  $z$  يكون موقعها  $s$  متمثلاً بواسطة الدالة المتصلة  $s(z)$ .



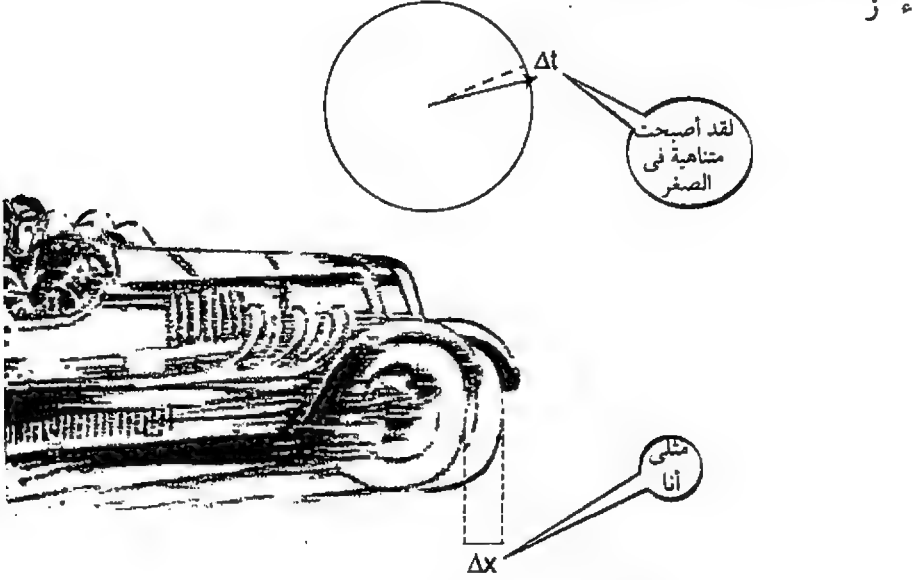
- ٢- مع استمرار المركبة في الحركة فإن موقعها سيتغير وليكن هو  $s + \Delta s$  وذلك بعد مرور برهة من الوقت  $\Delta z$  .
- ٤- تصل هذه المركبة إلى موقعها الجديد بعد مرور وقت عبارة عن مجموع الوقت الابتدائي  $z$  بالإضافة إلى البرهة  $\Delta z$  أي أن الوقت الكلي هو  $z + \Delta z$  .

ما هي السرعة المتوسطة أو بعبارة أكثر فنية ما هي السرعة الاتجاهية المتوسطة لهذه المركبة ؟ هي عبارة عن المسافة المقطوعة مقسومة على الوقت اللازم لقطع هذه المسافة

$$\text{أي أنها : } \frac{\Delta s}{\Delta z} = \frac{s(z + \Delta z) - s(z)}{\Delta z}$$

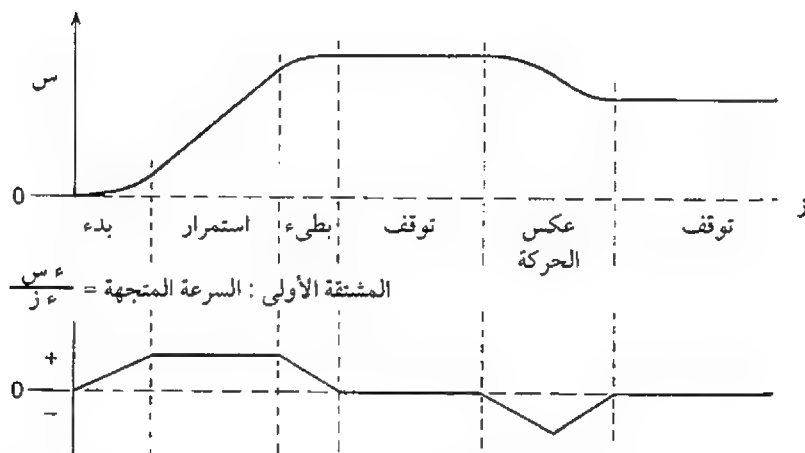
وإذا افترضنا أننا نريد أن نعرف سرعة أى جسم متحرك عند أى لحظة  $z$  أو معدل تغير  $s$  عند زمن معين  $z$ ، نستطيع أن نحسب ذلك عن طريق تقليل الزيادة في الزمن  $\Delta z$  بقدر الإمكان حتى تصل إلى الصفر. وفي هذه الحالة فإن نهاية السرعة المتوسطة  $\frac{\Delta s}{\Delta z}$  عندما تؤول  $\Delta z$  إلى الصفر تعرف بالسرعة المتجهة اللحظية، وتكتب على الصورة:

$\frac{ds}{dz}$  وتُعرف باسم مشتقة  $s$ .

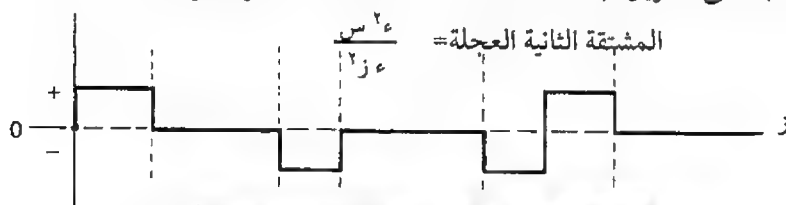




وإذا قمنا برسم  $s$  كدالة في  $z$  فإن المشتقة تعبر عن ميل المماس للمنحنى عند  $z$ .



ويمكننا أيضاً القيام باشتقاق المشتقة لنحصل بذلك على المشتقة الثانية، وفي مثالنا هذا للمركبة على الطريق فإن المشتقة الثانية: تعطينا معدل تغير السرعة أو العجلة.

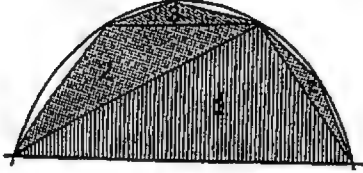


## التكامل



ونأتى الآن إلى العمل  
الاستاذى الذى جعل علم التفاضل  
والتكامل هو أقوى الصياغات  
الرياضية على الإطلاق

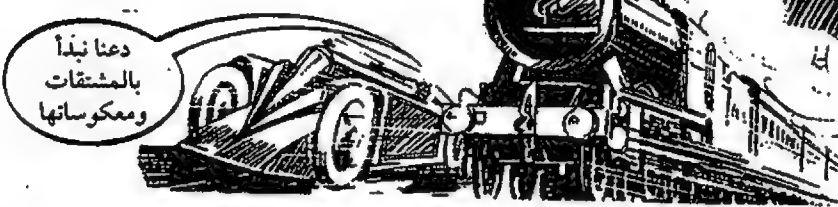
والذى يتضمن نوعين من  
المسائل: الأولى تختص  
بالمنحنى ككل أما الثانية  
فتقوم بدراسة عند نقطة  
واحدة



أما الطريقة الثانية فتتم معالجتها عن طريق رسم  
أوتار تمر بتلك النقطة.

وتتم معالجة الطريقة الأولى بواسطة طرق  
تجزئ خاصة.

وبمجرد فهم أن المنحنيات هي عبارة عن  
رسومات للدوال فإن مسائل المساحة يمكن أن تروى  
بوجهتى نظر مختلفتين. فى إحدى الطرق يمكن  
تجزئ المساحة بواسطة شرائح رفيعة رأسية أما  
الطريقة الأخرى فتعتبر أن المساحة هي دالة جديدة  
والتي لها مشتقة تساوى الدالة الأصلية. وعلى ذلك  
فإن هناك طريقة واحدة تتضمن المشتقة ومعكوسها  
يمكن أن نقوم بحل كلا نوعى المسائل.



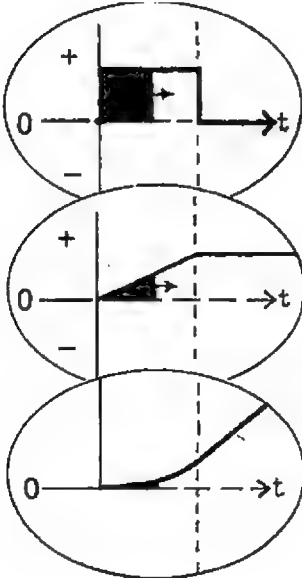
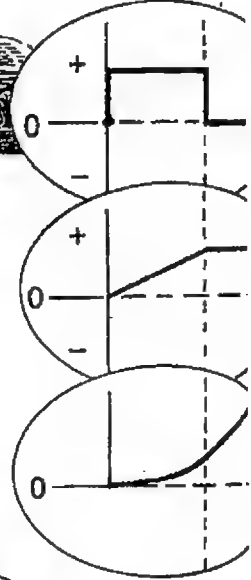
ويمكننا توضيح مدى فاعليتها باستخدام مثال المركبة التى تتحرك على طريق ما والأشكال  
الثلاثة للمسافة والسرعة والمجلة.. وبدلاً من البدء بدالة المسافة تم القيام باشتقاقها دعنا نبدأ  
بالمشتقات ونعود بطريقة عكسية إلى دالة المسافة.





فى البداية ، على الجانب الأيسر من الشكل ، نجد أن المعجلة موجبة والسرعة تزداد تماماً كما نبدأ بتحريك المركبة ، ونلاحظ أن المعجلة الثابتة تؤدي إلى تكون منحنيات للسرعة على هيئة خط مستقيم، ومنحنى للمسافة على هيئة منحنى (أو قطع مكافئ).

والآن لاحظ مرة ثانية أن النقطة التي تتحرك بمرور الزمن على طول المحاور تقوم بعمل مساحة فى المنحنيين

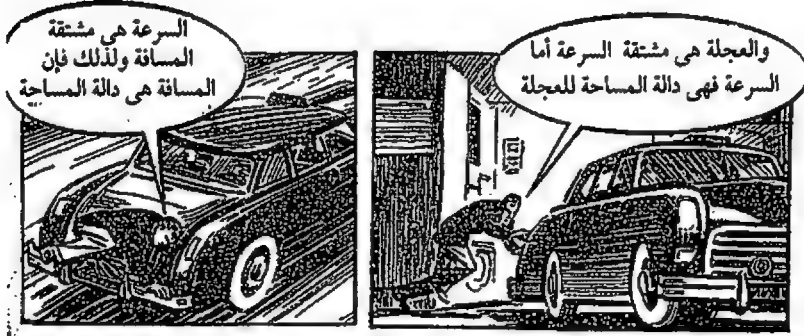


السفليين ، وهذا هو مفتاح فهم التكامل بأكمله ، لذلك راقب جيداً عن قرب.

بالنسبة لمنحنى المعجلة نلاحظ أن المساحة المتزايدة تقوم بمسح مستطيل وتزداد مساحته تناسبياً مع الوقت المقطوع ، وهذا تماماً هو نفس سلوك منحنى السرعة !

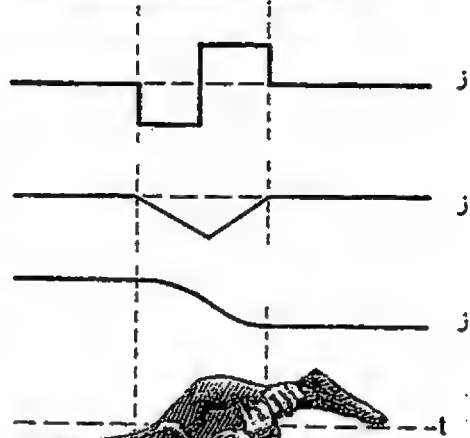
وبالنسبة لمنحنى السرعة فهو يمثل مثلاً متزايداً وتزداد مساحته فى البداية ببطء ثم بعد ذلك بسرعة أكبر، وذلك هو نفس سلوك منحنى المسافة!

والذى نستنتجه من ذلك أنه إذا كانت دالة ما هي مشتقة دالة أخرى فإن هذه الدالة الثانية هي دالة المساحة للدالة الأولى.



وتستطيع محاولة هذه العملية بنفسك عن طريق ملاحظة ما يحدث عندما تعكس السيارة حركتها على الطريق، في هذه الحالة تكون المعجلة سالبة مما يؤدي إلى تكون مساحة سالبة (أسفل محور الزمن) وبالتالي تتجه السرعة إلى القيمة السالبة بمعدل ثابت. ونلاحظ أن المسافة تتناقص حيث يتم تمثيلها بقطع مكافئ مقلوب.

وعند توقف السيارة فإن المعجلة تكون مساوية للصفر وكذلك السرعة وتأخذ المسافة قيمة ثابتة.

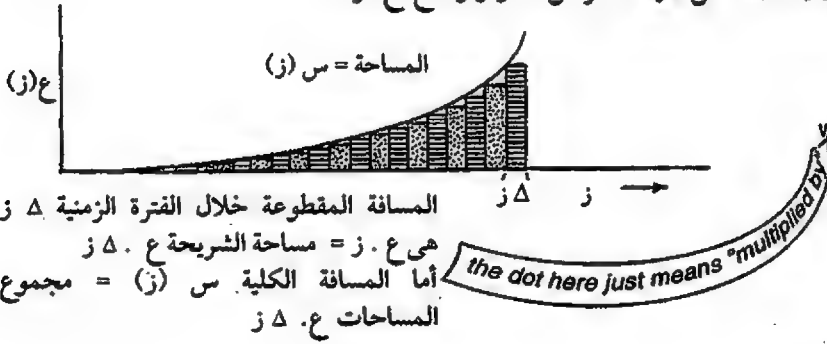


إذا كنت مشغولاً  
بمعتقدات التفاضل والتكامل  
- فلا تنزعج من ذلك فهو يبدو  
صعباً في البداية!





فإذا بدأنا بمنحنى السرعة  $v(z)$  وتخيلنا أن المساحة أسفل هذا المنحنى عبارة عن  
شرائح رفيعة جداً كل منها له عرض  $\Delta z$  وارتفاع  $v(z)$ .



وكل من تلك الفترات تقوم  
بوصف المسافة المقطوعة بسرعة  
ثابتة  $v$  خلال الفترة الزمنية  $\Delta z$

وبذلك فإن المساحة الكلية تحت المنحنى  
هي مجموع (كل الشرائح)  $v(z) \cdot \Delta z$

والآن، كما قلت أنا،  
إذا كانت الفترة الزمنية متناهية في  
الصغر لكي تتوافق تماماً مع منحنى  
السرعة وتأخذ القيمة  $v(z)$  فإن  
المجموع يتحول إلى الرمز  
الخاص...

ليبنيز







لكى نرجع إلى التعريف  
السابق وهو عكس المشتقة فإن  
كل ما نحتاج تخيله هو الشريحة  
الرقيقة السابقة وهى  $\Delta$  س  
نفسها.

وحيث إن  $\Delta$  س = ع  $\Delta$  . ز .

$$\text{فإن } \frac{\Delta \text{ س}}{\Delta \text{ ز}} = \frac{\text{ع} \Delta \text{ ز}}{\Delta \text{ ز}}$$

$$\text{ولذلك فإن } \frac{\text{ع س}}{\text{ز}} = \text{ع} \text{ (ز)}$$

وعلى ذلك فإن مشتقة الدالة المتكاملة التى تم تعريفها من خلال مجموع الشرائح هى  
نفسها الدالة التى تُعبر. مساحتها عن الدالة المتكاملة.

والآن من السهل أن نوجد مشتقات الدوال سواء إذا كان بصورة جبرية أو بواسطة  
بعض الدوال. ولإيجاد الصورة الجبرية لدالة المساحة فإننا نقوم بالبحث عن تلك الدالة  
التي تُعبر مشتقتها عن الدالة الأصلية ويتم اختزال المسائل التى تختص بدراسة خواص  
المنحنى ككل إلى مسائل أبسط تدرس خصائص المنحنى عند نقطة.





إذا بدت بعض  
تلك المسائل غريبة  
وصعبة التناول فلا  
تزعج

فالتفاضل والتكامل  
ملئ بالتناقضات  
التي أصبح البعض  
معتاداً عليها

وقد تم تطبيق التفاضل والتكامل في مجالى الميكانيكا والفلك.  
وأدى استخدام المعادلات التفاضلية فى الفيزياء إلى نشأة الفيزياء الرياضية،  
وبمساعدها فقط استطعنا أن ندرس علوم الحرارة والطاقة والكهربية والمغناطيسية.  
ويعتمد العلم الحديث،والذى يدعم التكنولوجيا المتقدمة، بصورة مباشرة تماماً على  
التفاضل والتكامل.

## أسئلة بيركلي

ماذا عن هذه الزيادة الصغيرة ولغز كيفية وصولها للصفر ؟ سأل الناس هذا السؤال في وقت نيوتن وليبنيز وكانت الإجابة غير مرضية عند ذلك قام الفيلسوف

لقد لاحظت أن خارج  
القسم له معنى فقط إذا  
كانت هذه الزيادة الصغيرة لا  
تساوى الصفر. وإلا فإننا نقوم  
بالقسمة على الصفر وهذه  
عملية غير منطقية



والأسقف الإنجيلي  
الأيرلندي جورج  
بيركلي  
الأسئلة في  
صورة  
حادة جداً.



لكل الزيادة  
الصغيرة دائماً لا تساوى  
الصفر أم هي تساويه تماماً  
أم أنها هي «شيء كمية  
متلاشية»؟

وينفض النظر  
عن ذلك يا فتى! فإن  
السيد نيوتن عرضه  
للهجوم.



وكان هدف بيركلي هو توضيح أن الملحدين الذين طالبوا بسرعة إحلال الألفاظ والخرافات الدينية بالعلم والعقل كانوا على درجة من الجهل العقائدي مثلهم مثل أسوأ علماء الدين. وقد سأل في افتتاحية كتيبه: «.. هل أن الأهداف والمبادئ والتداخلات الموجودة في التحليل الحديث قد تم فهمها بوضوح وإثباتها بالدليل أكثر من الألفاظ الدينية ونقاط الإيمان؟» وكانت الإجابة واضحة بالنسبة له...

وقد اتجه علماء الرياضيات إلى الإجابة على الأسئلة التي وردت في كتيب بيركلى الذى أسماه «المحلل» وقد استخدم بيركلى هذه الإجابات لمواجهة ارتباكاتهم بصرامة، وكان رده : إن دفاع أصحاب الأفكار الحرة فى الرياضيات يعتبر عملاً أستاذاً فى التحليل الحرج.



يتعلم الإنسان مبادئ  
العلوم بالتناقل من شخص لآخر،  
وكل متعلم يكتسب دفاعاً أقل أو أكثر مما سبقه بناءً  
على خبرته، وخاصة المفكرين المبتدئين (حيث يحرص  
القليل منهم على الإسهاب فى توضيح المبادئ) بما فى  
ذلك نسبة كبيرة تميل بهم إلى الثقة: والأشياء المسلم بها  
كنتيجة لتكرارها أصبحت شائعة : وهذا الشيوع يؤدي  
إلى الإثبات مع مرور الوقت.

وقد حاول بيركلى أن يوضح أن تعلم حل المسائل فى الرياضيات والعلوم لا يساعدنا بالضرورة على فهم ما يدور حوله. وقد توقع صورة البحث العلمى الذى تم تطويره بواسطة ت. س. كون الذى قام بوصف «العلوم العادية» كعملية تدريب على «حل الألغاز» من خلال مثال (إطار التفكير) لم تتم الإجابة عليه وهو بالفعل لا يمكن الإجابة عليه طوال فترة عمله. وبالنسبة لكون العلم العادى فى الواقع عبارة عن تدريب لأصحاب العقول الضيقة، وعملية تدريس العلوم (بما فيها الرياضيات) هى بالضرورة شىء جازم بدون دليل.



## إله أويلر

كان العالم السويسري ليونارد أويلر (١٧٠٧ - ١٨٣) أول من ربط بين الدوال الأسية والدوال المثلثية ووضع صيغة لعلاقتهم. كان لأويلر عبقرية غير عادية في الرياضيات وهناك الكثير من القصص حول براعته الفائقة. وكان أويلر موظفاً في بلاط قصر فريدريك ملك بروسيا حينما قابل الفيلسوف الفرنسي دينيس ديدروت (١٧١٣ - ١٨٤٠) الذي كان ملحداً متعصباً..



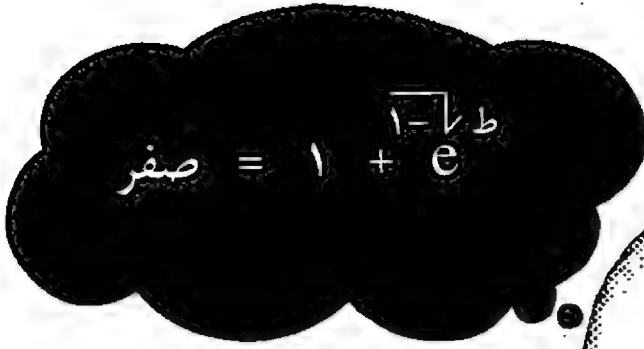
ولا تحتوي الصيغة التي ذكرت في هذه القصة على شيء في مضمونها، ولكن قام أولر بتطوير معادلة من أجمل الصيغ في الرياضيات كلها، والتي تجعل من يتعرض لها أن يتوقف أمامها ويفكر فيها بالتأكيد.

والصيغة التي وضعها أولر هي تعبير لغزى مبهم والذي يقوم بربط الأرقام الخمسة الأساسية في الكون.



$$e^{i\pi} + 1 = 0$$

صفر = ١ +  $e^{i\pi}$



وبالنظر إليهم بترتيب معكوس ، فأول ما  
نقابله هو الصفر شبه الرقم ذو الصفة اللغزية.  
بعدها نجد ١ ، الوحدة ، أساس كل الأرقام.  
ثم يظهر لنا سالب واحد تحت الجذر  
التربيعي ( $\sqrt{1-i}$  الذي يسمى «ت») وهو الوحدة  
الأساسية في «الأعداد التخيلية» والتي أذهلت  
العديد من الثقافات والحضارات. بعد ذلك نجد  
أقدم الثوابت الرياضية ، ط ، الذي يقيس النسبة  
بين محيط الدائرة وقطرها. أما آخر رقم وهو  
أحدث ما تم اكتشافه ، الرقم المبهم ، e ، وهو  
أساس النمو الأسى الطبيعي.  
هل كان من الممكن استنتاج علاقة مثل هذه  
بالن تجربة أياً كان طول تكرارها؟





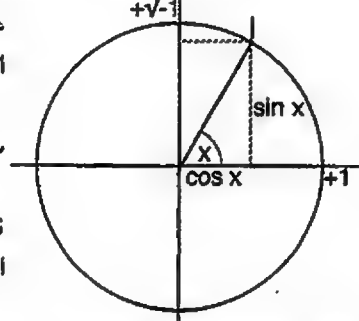
وفى الواقع، فإن صيغة أويلر الرائعة جداً قد نتجت من دالة (قد اكتشفها هو) تربط بين الأعداد المركبة والدوال المثلثية التي اكتشفها علماء الرياضيات المسلمون (انظر صفحة ٩١).

وقد لاحظنا أن الدالة  $e^s$  لها منحنى يتزايد بسرعة كبيرة، وعلى العكس فإن  $e^{-s}$  س يمثل دائرة ١ ونصف قطر هذه الدائرة هو الوحدة أما  $s$  فهي الزاوية التي يصنعها الخط الواصل من نقطة الأصل إلى أى نقطة. وتزداد قيمة  $s$  من صفر إلى  $2\pi$  مع تحرك النقطة على الدائرة. ولكن إذا نظرنا إلى هذه الصيغة من وجهة نظر حساب المثلثات نجد أن  $e^{-s}$  س هو عبارة عن

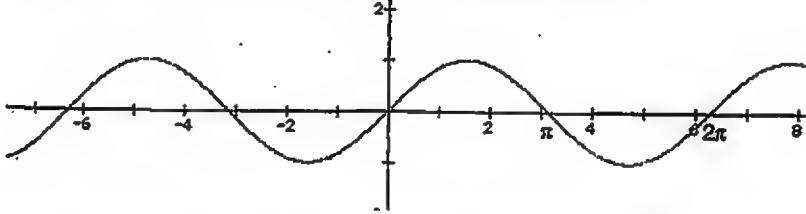
عدد مركب الجزء «الحقيقي» فيه هو جتا  $s$  أما الجزء «التخيلي» فهو جا  $s$ .

لذلك يمكننا كتابته  $e^s = \cos s + j \sin s$ ، حيث  $j$  هو الرمز الشائع لـ  $\sqrt{-1}$ .

ماذا لو انحدرت النقطة على الدائرة مرة أخرى، نجد أن الزاوية  $s$  تستمر في الزيادة، هذا يعنى أن الدوال  $e^s$   $\cos s$  و  $\sin s$  تستمر في تكرار



نفسها. ويقال إن هذه الدوال دوال دورية. ويتم تمثيل منحنى  $\cos s = \cos s$  على الصورة :  
ويشابه هذا العديد من الظواهر التي إما أن تكون تبادلية بالنسبة للزمن مثل التيار الكهربى ،  
أو الموجات المنتشرة فى الفضاء مثل الصوت. ودوال الجيب وجيب التمام هى الوحدات



البنائية فى كل صور الموجات المعقدة التى تحمل رسائل ما. والقيام بالرياضيات بواسطة دوال الجيب أو جيب التمام عن طريق استخدام الصيغة «الأسية التخيلية» تقوم بتحويل الحسابات المرهقة إلى تمرينات مرتبة وسهلة.



## علوم الهندسة اللا إقليدية

وبعد ذلك أصبح هذا النظام أساساً لمرحلة عظيمة في تاريخ التخيل الرياضى وهى ابتكار الهندسة اللاإقليدية .

وقد تم ابتداء هذه الهندسة بواسطة العديد من الأشخاص، ولكن أول من قام بذلك لم يكن يعرف أنه يسير فى اتجاه هذه الهندسة . كان هذا هو عالم الرياضيات المسيحى ج ساكتشيرى والذي نوى أن ينهى كل هذه المراوغات نهائياً. وقد حاول فى كتابه «تحرير كل العيوب بواسطة إقليدس» فى عام ١٧٣٣ أن يوضح أنه من المستحيل التعامل مع الهندسة بدون «فرض التوازى».

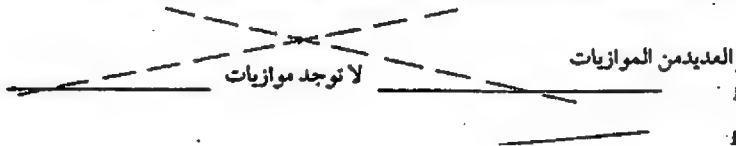


رأينا أن إقليدس استتج كل هندسته من «ملاحظات شائعة» قليلة «وافتراضات» ذاتية الدلائل، ولكن واحدة من هذه الافتراضات والتي تختص بالخطوط المتوازية تبدو مشابهة للنظرية لدرجة كبيرة . وقد شكل نظام إقليدس هذا ارتباطاً على مر العصور غير أنه قابل شكوكاً فى صحته واكتماله.



ولم يكن هناك أى شيء خطأ فى النتائج، وتم تكرارها فى وقت لاحق بواسطة المخترعين الحقيقيين الذين كانوا يعرفون ماذا يفعلون. هناك العديد من الطرق التى يتم بها التعبير

عن مبدأ التوازى. وبالنسبة لنا فتكون طريقة التعبير كالتالى : إذا أخذنا فى الاعتبار خطاً مستقيماً وكانت هناك نقطة خارجة عنه فإنه يوجد خط واحد وواحد فقط يمر بهذه النقطة ويوازى ذلك الخط فى نفس الوقت ، وإذا لم يتم قبول هذا التعريف تكون النتيجة : إما أن يكون لدينا أكثر من خط يحمل هذه الخاصية أو ألا يكون هناك أى خط على الإطلاق يوازى الخط الأول.



فى البداية تم التحقق من فكرة العديد من الموازيات بواسطة كل من عالم الرياضيات المجرى جانوس بولاي (١٨٠٦ - ٦٠) وعالم الرياضيات الروسى نيقولاى لوبا شيفسكى (١٨٥٦ - ١٧٩٢) كل على حدة وفى ذات الوقت تقريباً . وبعد ذلك قام العالم الألمانى جورج ريمان (١٨٢٦ - ٦٦) بالتحقق من فكرة عدم وجود موازيات . وفى النهاية تم التحقق من أن هذا النوع من الهندسة من الممكن أن يتم بواسطة إنشاءات فى أنواع خاصة من الأسطح . فبالنسبة لهندسة ريمان تعتبر الكرة مثلاً جيداً إذا اعتبرنا أن الخط عبارة عن دائرة عظمى ، وهو المنحنى على سطح الكرة الناشئ عن تقاطع مستو يمر بمركز الكرة مع سطحها . ويلاحظ أن أى دائرتين عظميين تتقاطعان فى نقطتين وعلى ذلك فلا يوجد أى موازيات .

لوبا شيفسكى



بولاي



بالنسبة لهندستنا فإنه من الصعب توضيح السطح

إنه يشبه شكل البوق الذى يتكون نتيجة دوران منحنى حول خط

والخط هو أقصر مسافة بين نقطتين . وقد اتضح أن هناك العديد من الموازيات ، وهى الخطوط التى لا تتلاقى أبداً مع ذلك الخط . وقد وضع اعتياد الناس على علوم الهندسة اللاإقليدية ضعف المقولة بأن الرياضيات تخبرنا بالحقائق المنطقية . ولكن هذا التفكير التطورى أخذ وقتاً طويلاً لكى يتلاءم معه الناس .

## الفضاءات نونية(\*) الأبعاد

هناك تطور آخر معاكس للبديهية في الهندسة وهو دراسة الفضاء الذي له أبعاد أكثر من ثلاثة . وامتداد نظام ديكارت للهندسة الجبرية بحيث يتم وضع أبعاد أكثر وضوحاً ومباشرة. فبدلاً من أن يتم التعبير عن موقع نقطة في المستوى بواسطة الأبعاد (س،ص) يتم التعبير عنها في هذه «الفضاءات الزائدة» بواسطة الأبعاد (س<sub>1</sub> ، س<sub>2</sub> ، س<sub>3</sub> ، ....، س<sub>n</sub>). وبالطبع تختلف خصائص المنحنيات في هذه الفضاءات الزائدة عن تلك المرسومة في بعدين أو ثلاثة، ولكن الاعتقاد بوجود تلك الفضاءات متعددة الأبعاد لا يشكل أى صعوبة بالنسبة لنا في هذه الأيام.



في العصر الفيكتوري كان الأمر مختلفاً جداً.

(\*) لها عدد ن من الأبعاد في الغالب يكون أكثر من ثلاثة. (المترجم).

ونمت كتابة عمل جيد عن الخيال الرياضى والنقد الاجتماعى يهتم بهذه الفكرة وهو يسمى «الأرض المستوية Flatland» وهذا العمل يصف مجتمعاً من الأشخاص الفعليين الذين يعيشون فى مستوى ، وهذا مشابه تماماً لفترة العصر الفيكتورى حيث كانت حالة الفرد الاجتماعية تعتمد على عدد «جوانب الشخص Person's sides» حيث كان للطبقة العليا أربعة جوانب وللأرستوقراطيين العديد والعمال ثلاثة، أما النساء فكانت لهم مجرد إبرة!

وكان «المربع» البطل الذى لديه خبرة بالأبعاد الثلاثة من خلال علاقة الصداقة التى تربطه بالكرة . وكان هذا الكائن يظهر لسكان هذه الأرض كل خمسمائة سنة على هيئة دائرة التى تبدأ من نقطة ثم تنمو ليزداد حجمها وبعد ذلك تتضاءل ثم تختفى . والذى لم يكن مفهوماً بالنسبة لقاطنى هذا المكان هو الكرة التى تمر عبر مستواهم . فهذه الكرة تصادف المربع وتأخذه فى رحلة عبر الفضاء وتعرض عليه الأرض الخطية والأرض النقطية الآهل بمخلوقات راضية نوعاً ما . وتقوم كذلك بإطلاعه على الحياة الخاصة لسكان الأرض المستوية . ويعانى المربع كثيراً فى رحلة عودته حيث إنه يحاول أن يصف الفضاء ولكنه يعجز عن توضيحه لأصدقائه ، الذين يظنون أنه متزعمج .

"O day and night, but this is wondrous strange!"



وفى النهاية لم أصبح  
موهوماً بالكائنات  
التي لها أبعاد أعلى !

## إيفاريست جالوا

فى أثناء القرن التاسع عشر ازدادت قوة وعمومية العبر، فقد أصبح متأسلاً فى شكلية وصياغته. وبالتدريج بدأت فكرة أن أنظمة الصياغة تستطيع أن تشير إلى أشياء أخرى غير الأرقام والعمليات الحسابية عليها. وقد تم اتخاذ خطوة للأمام فى هذا المجال بواسطة العالم الرياضى الفرنسى إيفاريست جالوا (١٨١١ - ٣٢) وهو بدون شك واحداً من أهم الشخصيات البارزة فى تاريخ علم الرياضيات. وقد كان واحداً من الجمهوريين الغيورين فى وقت فيه العديد من الصراعات السياسية. وقد كان ضحية عوامل الغضب الثورية، وقد قتل فى ريعان شبابه وعمره ٢١ سنة. وفى آخر ليلة قبل وفاته قام بكتابة مخطوطة تحتوى على كل أفكاره. وقد اختفت هذه المخطوطة فى البداية ثم بعد ذلك ظهرت ونشرت بعد خمسة عشر عاماً من وفاته.

وقد قام جالوا بمناقشة مشكلة قديمة وهى إيجاد جذور المعادلة الخماسية  $x^5 + \dots = 0$  صفر. وفى وقته اجتمعت كل الآراء على استحالة هذه العملية ولكن لم يقم أحد بإثبات ذلك.



## المجموعات

المجموعات هي تكوينات رياضية يتم تعريفها بواسطة عناصر وبعض قواعد الاندماج. ويمكن اعتبارهم أنهم أنظمة حسابات ولكن بدون أرقام، فلا توجد علاقة بين عناصر تلك المجموعات وبين القياس أو العد وكذلك فهي ليست أرقاماً بالمعنى الطبيعي للكلمة. وقد أوضح جالوا أن هناك تنبأ من العمليات التي تسلك نفس سلوك الجمع.

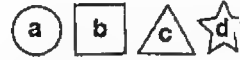


وهذه التتابعات لها القليل من الخصائص التي تُعرفها.

- ١- لكل عنصرين يوجد عنصر ثالث ينتج من اندماجهم، مثل:  $2+2=4$ .
- ٢- هناك عنصر يسمى بعنصر «الوحدة» وهو لا يغير العنصر الذي يندمج معه مثل:  $2+0=2$ .
- ٣- كل عنصر له «معكوس» والذي عندما يندمج معه ينتج عنصر الوحدة مثل:  $2+(-2)=0$ .



وكمثال لأحد المجموعات ، وهي أحد الأمثلة البسيطة جداً التي قدمها جالوا ، نأخذ في الاعتبار الأربعة أشكال المسماة.



وهذه ليست عناصر المجموعة ، ولكن عناصر المجموعة تتكون من عملية تدوير هذه الأشكال الأربعة. وإذا تخيلنا عملية تدوير بينهم إما عن طريق تدوير واحد فقط

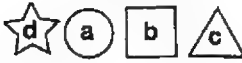


مثل :



أو اثنان مثل :

أو ثلاثة مثل :



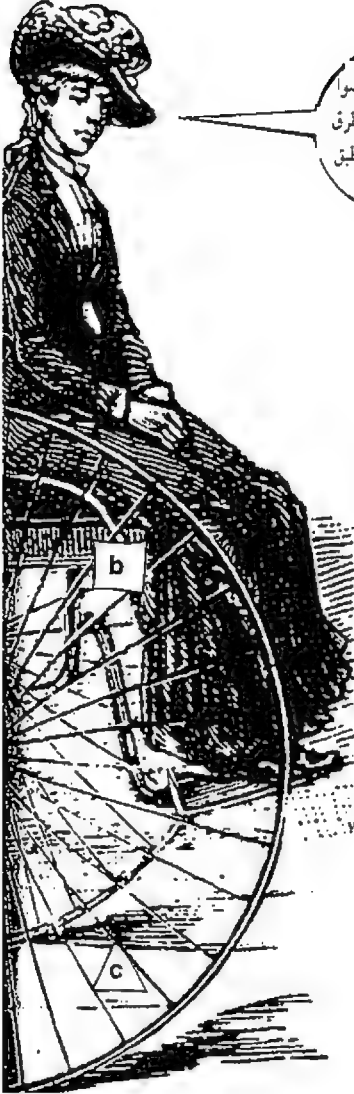
إذا قمنا بالتدوير بواسطة أربعة أماكن فإننا نرجع إلى الوضع الأول وهذا يعتبر عنصر الوحدة

تورية خفية في الدورة





وإذا أسمينا عمليات التدوير هذه I, C, B, A فإن  $C+A$  يعتبر تدوير  $1+3$  أماكن أو 4 أماكن وهو مساو لعنصر تدوير الوحدة I! ومن الممكن أن نكون جدولاً لجمع هذه العناصر بكل الصور.



بالرغم من أنهم ليسوا  
أرقاماً ولكن هناك طرق  
حسابية يمكن أن نطبق  
عليها

	I	A	B	C
I	I	A	B	C
A	A	B	C	I
B	B	C	I	A
C	C	I	A	B

وبالرغم من أن هذا المثال تافه إلى حد ما إلا أنه يحتوي على فكرة فعالة ، وهي أن علماء الرياضيات من الممكن أن يلاحظوا أى نظام عمليات عن طريق «جدول الجمع» . ونحن لسنا بحاجة إلى أمثلة إما في الحالة الفيزيائية مثل الحركة أو الجبرية مثل جذور المعادلات. وهذا الهيكل البنائي يقوم بتعريف نفسه، ومثل هذه الهياكل البنائية والتي لا يلزم أن تكون مجموعات ومن الممكن أن نجد مجموعات اندماج أخرى وربما تظهر جداول لعملية الضرب أيضاً.

## العمليات الجبرية على الفئات

بعد ذلك تمت دراسة أنواع أخرى من العمليات ، وأشهر تلك العمليات قام بتطويرها عالم الرياضيات البريطاني جورج بول (١٨١٥-٦٤) . وقد سمع بول بتطبيق الطرق الرياضية لكيّنونات غير كمية مثل الافتراضات المنطقية.

فمت، بتواضع، بتسمية مجهوداتي  
تلك بـ «قوانين الفكر».

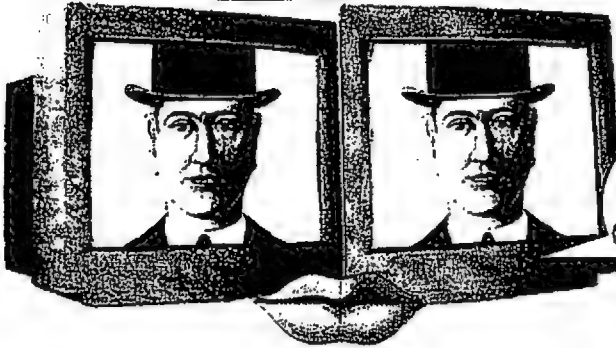
وفي صيفته الحديثة،  
يسمى الفرع «بالعمليات  
الجبرية على الفئات».

يتضمن ذلك عملية  
«الاتحاد» (والفئة الناتجة  
تحتوي على مكونات  
كلتا الفئتين).

لا أفضل أن أفقد أى عنصر خلال  
هذه العملية وإلا...

والتقاطع (وتحتوي  
الفئة الناتجة على العناصر  
الموجودة في الفئتين  
نقط).

يتم استخدام العمليات  
الجبرية على الفئات عندما  
نقوم بعمل اختيار ما بين عدد من  
المزايا، ويحدث ذلك عندما نقوم  
ببحث على الإنترنت.



لنفترض أننا نبحث عن Hot Cross Buns فإننا نقوم بكتابة الكلمات الاسترشادية.

## Hot Cross Buns

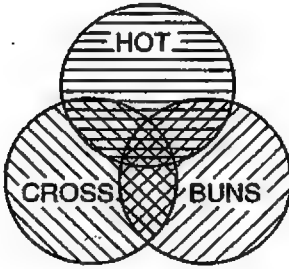
ويقوم محرك البحث بسؤالنا عما إذا كنا نريد المواقع التي بها

كل الكلمات الاسترشادية

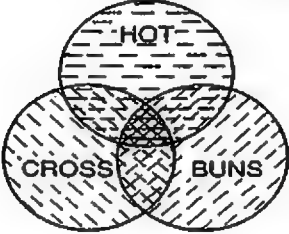
أو

أي الكلمات الاسترشادية

والاختيار الأول يعطينا كل المواقع التي تحتوي على Hot أو Cross أو Buns ويتم تمثيل ذلك بواسطة أشكال «فن» على الصورة :



ويعني هذا بلغة الفئات (Hot) + (Cross) + (Buns). وهذا يعني أنه يولد الكثير من المواقع التي لها الكثير من الاحتمالات وهي ليست بالضرورة ذات صلة بما نريد. ولكن إذا كنا نريد "Hot Cross Buns" فقط فهذا يعني أننا سنحصل على المواقع التي تحتوي على كل من Hot و Cross و Buns ويصبح شكل فن في هذه الحالة :



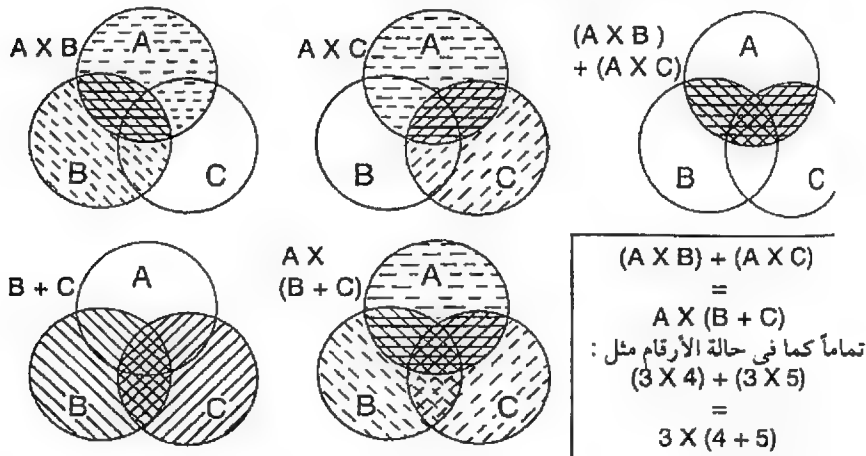
والذي يعني بلغة الفئات (Hot) × (Cross) × (Buns) لذلك سنحصل على "Hot Cross Buns" ولا شيء غيرها.



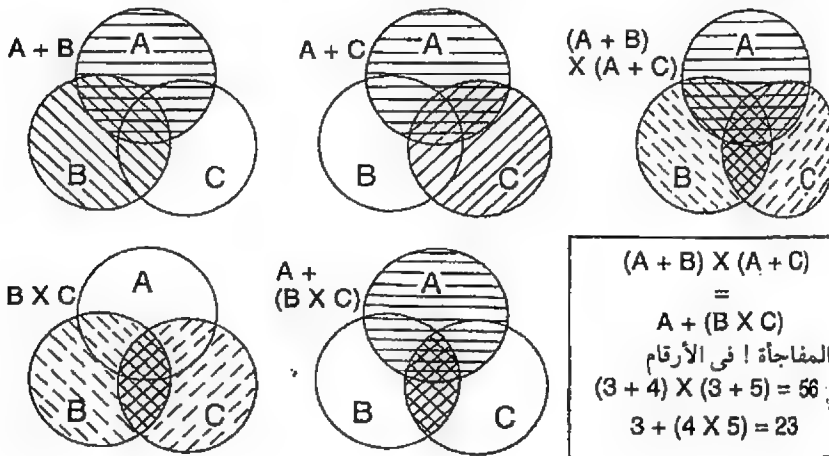
والعمليات الجبرية على الفئات شيقة جداً وذلك لأنها على عكس الحسابات تحتوى على نوعى علاقات «التوزيع».

$$C + A = (C \times B) + A \quad \text{وكذلك} \quad C \times A = (C + B) \times A$$

والحالة الاولى تتماشى مع الحسابات العادية ولكن الثانية لا تتماشى . أما فى حالة الفئات حيث تعنى "X" التقاطع و "+" اتحاد تتماشى كلتا الحالتين من خلال التوضيح المبين بواسطة «أشكال فن» وها هو «قانون التوزيع» الذى يتحقق بالنسبة للأرقام.



والآن وللمفاجأة



ومثل هذه الأمثلة أعطت علماء الرياضيات مدى فهم عظيم لتخليهم. فالحسابات التى يقوم بدراستها علماء الرياضيات أصبحت متزايدة فى اختلافها عما نعرفه عن الأرقام.

## كانتور والفئات

بينما انشغل البعض بالأرقام كان البعض الآخر مهتماً باللاتهائيات. والفئات الموصوفة بكونها لانهائية في الحقيقة ثم تركها للرموز الرياضية واللغزية.

وقد توجه عالم الرياضيات الألماني جورج كانتور (١٨٤٥ - ١٩١٨) إلى ترويض اللانهائية.



وضعت كيفية تكوين مثل تلك الفئات وُتِم أيضاً بعدهم.

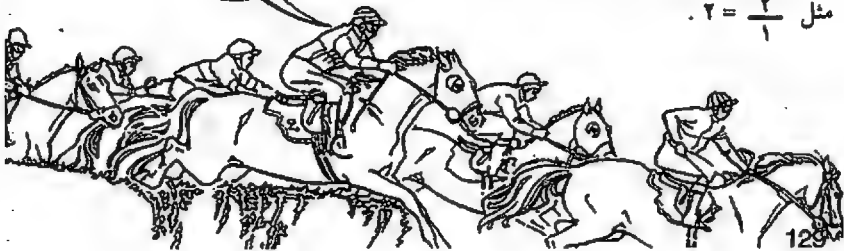
وقد وضع مخطط لعدّ الأرقام الكسرية عن طريق وضعهم في منظومة مثل هذه .

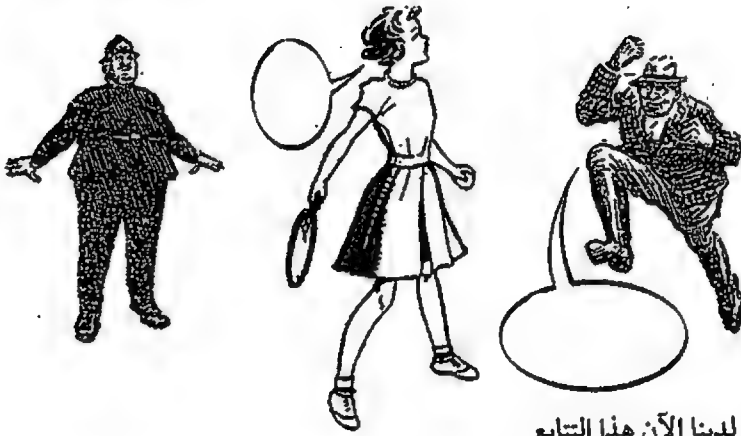
1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1
1/2	2/2	3/2	4/2	5/2	
1/3	2/3	3/3	4/3		
1/4	2/4	3/4			
1/5	2/5				
1/6					

وها هي القاعدة التي يتم من خلالها إحصاء كل الكسور .

لاحظ كيف تبدأ الأسهم ، في البداية من المربع في أعلى اليسار، ثم على طول القطر أسفل إلى اليسار ، من  $\frac{2}{1}$  ثم  $\frac{3}{1}$  وهكذا. وأثناء استمرارك لاحظ إذا كان هناك رقم قد تم عدّه بالفعل (مثل  $\frac{2}{4} = \frac{1}{2}$ ) وقم بحذفه. أيضاً قم باختصار الكسور إلى أبسط صورة مثل  $\frac{2}{2} = 1$ .

هل هذا متأخر جداً للقيام بمزحة خياب الفرس؟





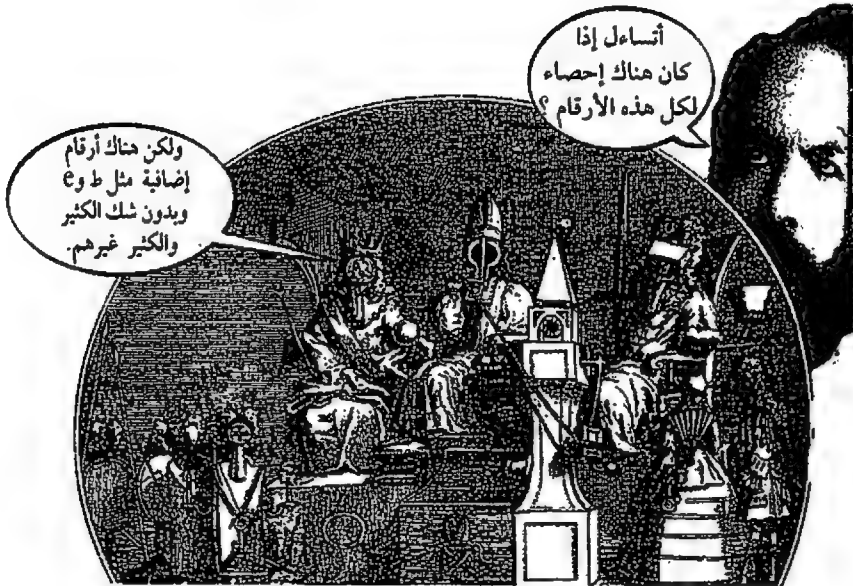
يتكون لدينا الآن هذا التسايع

$$... ٥, \frac{1}{4}, \frac{2}{3}, \frac{3}{2}, ٤, \frac{1}{3}, ٣, \frac{1}{2}, ٢, ١$$

ويبدو هذا وكأنك تقوم بتجميع الكسور التي يساوى مجموع بسطها ومقامها ٢ ثم ٣ ثم ٤ وهكذا على الترتيب وفي كل مرة تبدأ بأكبر رقم . وبهذه الطريقة سوف نصل إلى أى رقم كسراً كان أو صحيحاً إن عاجلاً أو آجلاً.

وبالمثل من الممكن أن نحصى الأرقام التي تحل المعادلات الجبرية مثل :

$$\sqrt[3]{1} \text{ و } \sqrt[2]{1}$$



وقد أثبتت أعمال كانتور عكس ما كان يقصد ، حيث إنه وجد أن الأعداد الحقيقية لا يمكن أن تُحصى. وقد قام بإثبات ذلك على عدد قليل من الخطوط ، ولكن عليك أن تراقب عن قرب !

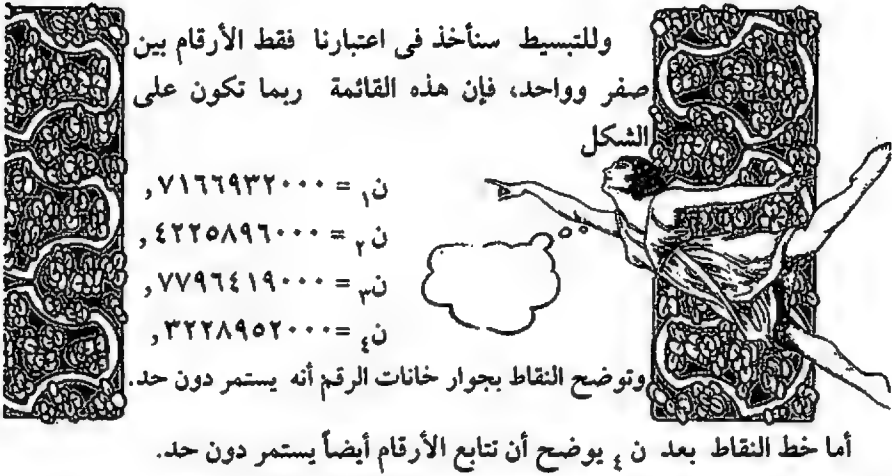
افترض أننا قمنا بإحصاء كل الأرقام مثل الكسور والأرقام الجبرية، فإن هناك قائمة لا نهائية لهذه الأرقام مشابهة لما حصلنا عليه قبل ذلك للكسور والآن من الواضح أن الأرقام لا تظهر في ترتيب حسب جمعها..

وللتبسيط سنأخذ في اعتبارنا فقط الأرقام بين صفر وواحد، فإن هذه القائمة ربما تكون على الشكل

ن<sub>1</sub> = ٠,٧١٦٦٩٣٢٠٠٠  
 ن<sub>٢</sub> = ٠,٤٢٢٥٨٩٦٠٠٠  
 ن<sub>٣</sub> = ٠,٧٧٩٦٤١٩٠٠٠  
 ن<sub>٤</sub> = ٠,٣٢٢٨٩٥٢٠٠٠

وتوضح النقاط بجوار خانات الرقم أنه يستمر دون حد.

أما خط النقاط بعد ن<sub>٤</sub> يوضح أن تتابع الأرقام أيضاً يستمر دون حد.



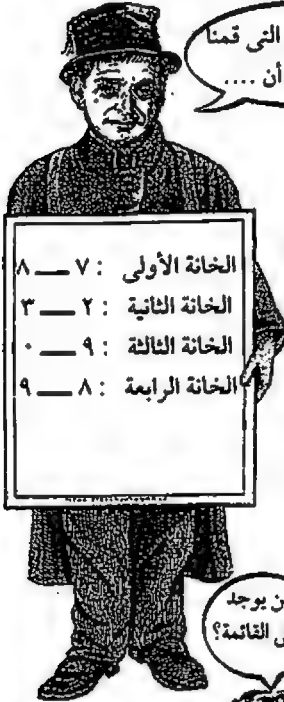
والآن إذا كانت كل الأعداد الحقيقية متضمنة في هذه القائمة فإن أي رقم نتخيله سوف يكون واقعاً في مكان ما في هذه القائمة.

وإذا لم يكن كذلك فيجب أن نسلم بأننا لم نقوم بإحصاء كل الأعداد.





كيف يمكننا إنشاء رقم غير موجود في هذه القائمة ؟ حسناً افترض أن هناك رقماً ما مختلفاً في الخانة الأولى مع الرقم الأول، وفي الخانة الثانية مع الرقم الثاني، والخانة الثالثة مع الثالث وهكذا . ويمكننا فعل ذلك إذا كانت كل خانة في هذا الرقم تزداد بمقدار واحد عن خانة الرقم الموجود في القائمة.



وكما نستطيع أن نلاحظ فإن الأرقام التي وضعناها تأخذ الصورة العشوائية ، ومن الممكن أن تكون مختلفة تماماً ولا يغير ذلك من نقاشنا.

لذلك الرقم الجديد الذي من الممكن أن نسميه الغريب يأخذ الصورة غ = ٨٣٠٩٠٠٠،  
وها هو أسلوب البحث





وقد تعامل كاتنور مع نوعين من اللاتينية: الأرقام المتعددة (مثل الأرقام العادية) والنقاط الواقعة على خط ما. ما هو معنى الزنابطين؟ بعض؟ بعد ذلك تمكن من الحصول على طريقة لوصف الترتيب الأعلى من اللاتينية بطريقة عامة وبالنسبة لهذه النقطة سنقوم بتدراسته فكرة الفئة الجبرية. إذا كانت لدينا فئة مكونة من ثلاثة عناصر  $c, b, a$  فإن فئتها الجبرية هي الأرواح  $ab, bc, ac$  والعناصر الفردية  $c, b, a$  والفئة الفارغة. وكذلك الفئة الأصلية ذاتها.

abc	a	b	c	ab	ac	bc	
-----	---	---	---	----	----	----	--

وبحساب عدد هذه الفئات نجد أنه ثمانية فئات أو  $2^3$ . وهذه الفئة الخلدية تسمى فئة القوى (أو الأس) للفئة الأصلية، وإذا كانت الفئة الأصلية تحتوي على عدد  $n$  من العناصر فإن فئة القوى تحتوي على  $2^n$  عنصر.

وبهذه الطريقة استطاع كاتنور أن يكون فئات كبيرة جداً عن طريق تكوين فئة القوى لواحدة تلو الأخرى (أي بحسبها الواحدة). ثم أحسب فئة القوى لفئة القوى وهكذا). وقد وضع رمزاً جديداً لحجم هذه الفئات ولكونه يهودياً فقد فضل استخدام الحرف العبري القديم (Aleph) وعلى ذلك إذا كانت فئات المعدودات لها حجم  $n$  فإن فئة القوى لها تكون  $2^n$  هكذا.

وعلى الجانب الآخر فإن فئة الأعداد الحقيقية على خط الأعداد وهي أول فئة معدودة هي  $\aleph_1$

ربما يبدو مقبولا أن نفرض أن  $\aleph_2$  تساوي ١ ولكن هذا الفرض أزعج علماء الرياضيات عبر الأجيال.

## مستحيل



وإذا كنا نتحدث عن الفئات بهذه الصورة العامة ، فلا يوجد شيء يمنعنا من الإشارة إلى فئة كل الفئات والتي لها معنى لغوي ، أليس كذلك؟ وهذه الفئة لا بد أن تكون أكبر الفئات على الإطلاق ويتم تعريفها من خلال  $\mathbb{R}$  معينة ولتكن  $\mathbb{R}_F$ . ولكن مثل أي فئة أخرى ما يوجد لهذه الفئة فئة قوى يعطى رقمها على الصورة  $\mathbb{R}_F^2$  ومن المؤكد أنه أكبر من  $\mathbb{R}_F$  لذلك ما قمنا بتعريفها على أنها أكبر الفئات على الإطلاق يتولد منها فئة أكبر ، وهذه الفكرة تحوي تناقضاً ذاتياً !



## أزمة في الرياضيات

قدم تناقض اللانهاية الذي تم اكتشافه بواسطة كانتور تحدياً جديداً لعلماء الرياضيات. وهذا لا يشابه التحديات الرياضية السابقة مثل  $1-\sqrt{1}$  أو  $\frac{e}{z}$ ، ولكن على هذه الحالة يوجد تعارض ذاتي واضح. وقد تم إثبات أن هذه التناقضات لا تختلف في تفاصيلها عن الرياضيات الاصطلاحية.



وفي بداية القرن العشرين شرع مجموعة من الفلاسفة وعلماء الرياضيات في حل هذه الأزمة، وسألوا...



## راشيل والحقيقة الرياضية

كان بيرتراند راشيل من بين من عكفوا على حل هذه الأزمة.  
وقد عمل طويلاً في دراسة المنطق والفلسفة والتعليم التقدمي وفي النهاية  
التبرؤ والاحتجاج على الأسلحة النووية. وقد مثلت  
الرياضيات بالنسبة له الحقيقة المؤكدة الوحيدة في العالم  
في مواجهة الادعاءات الزائفة للرهبنة.

قمت أنا وكثير  
غيري بدراسة المتناقضات  
المنطقية لإيجاد حلول  
للأخطاء التي واجهت  
كانتور.

وكان هذا معروفاً بالفعل منذ أوقات  
اليونانيين القدماء، وقد اعتمد جزء منه  
على استخدام «كل» كما في «فئة كل  
الفتات».



وأحد أكثر المتناقضات براعة يختص بتسميتها . دعنا نقوم بتعريف B على أنه أقل عدد صحيح يمكن تسميته في ما لا يقل عن ١٩ مقطعاً .  
 باستخدام الطريقة العادية نجد أن هذا الرقم كبير جداً لأنه يحتاج تسعة عشر مقطعاً لتسميته : حيث إن الرقم «سبعمائة ألف مليون بليون» يحتاج فقط إلى عشرة مقاطع .



وهذا تناقض خطير جداً بالفعل حيث إنه لا يتضمن إشارة ضمنية ولا حتى يتميز بالشمول . وهذا يوضح مدى صعوبة إنقاذ الوثوق في الرياضيات عن طريق التخلص من أساسياتها المنطقية.





يتم وضع الإثبات في صورة سطور من الرموز المتصلة ببعضها عن طريق بعض قواعد التحويل. وكان الهدف هو توضيح أن الإثباتات «المتحققة» يمكن تمييزها عن الإثباتات «غيرالمتحققة» ، وبذلك فإن أي جملة رياضية من الممكن أن تكون صحيحة أو خطأ.

على أية حال فقد تم تفجير هذا البرنامج بواسطة أحد مجتديه البارعين ، أنا كورت جوديل.

## نظرية "جوديل"

قام جوديل (١٩٠٦ - ٧٨) بنشر نظريته في عام ١٩٣١ كنتيجة لأعمال أ. ن. وايتهيد (١٨٦١ - ١٩٤٧) وكذلك كتاب راشيل المكون من ثلاثة أجزاء عن المنطق الرمزى في الفترة (١٩١٠ - ١٣) Principia Mathematica



وكانت طريقة جوديل تتمثل في : قام بتخصيص رقم محدد لكل جزء في الجمل الرياضية ، بعد ذلك قام بدمج هذه الأرقام ليحصل على رقم واحد لكل جملة رياضية . وعن طريق مناقشة مشابهة لمناقشة كانتور قام جوديل بتوليد رقم «عملاق» يعبر عن هذه الجملة . وكان هذا الرقم مليئاً بالمعاني ولكنه لم يتم إثبات صحته أو بطلانه.



حلم جوديل  
بان الرياضيات من  
الممكن أن تمثل على  
هيئة صرح من الحقائق  
المتصلة منطقياً ، انتهى  
فجأة وإلى الأبد.



## ماكينة "تورينج"

انبثقت من نظرية التحطيم العظيم لجوديل أنواع مختلفة من القوى . وقد التقط ألان تورينج (١٩١٢ - ٥٤) فكرة توليد جمل رياضية بطريقة مختصرة تماماً.

وتتكون ماكينة تورين من شريط وبرنامج يستجيب للمعلومات المتتابعة المخزونة في مقاطع مختلفة من هذا الشريط وهي تقوم بكل العمليات الابتدائية. وبلغه

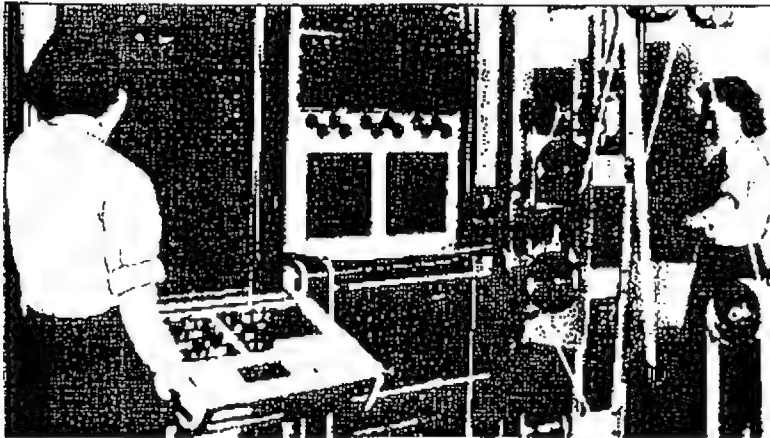


تكنولوجيا الثلاثينات من القرن الماضي لم يكن لهذه الآلة استخدام عملي ولكنها أمدت تورينج بإصدار من طريقة جوديل التي كان يحتاج إليها في بحثه. وفي القريب العاجل أصبحت تخيلات تورينج عملية جداً حيث إنها أصبحت دليل تطوير الحاسبات في أثناء الحرب العالمية الثانية .

وقد بدأت الحاسبات على صورة آلات حاسبة

ضخمة يتم تشغيل البرنامج عن طريق الضغط على أزرار ومفاتيح من الخارج . وكان التطور الهائل عندما تم تحميل البرنامج داخل الحاسب على أنه أحد ملفات البناية والذي يقوم بتوجيه العمليات في كل الملفات الأخرى . ولا توجد الآن حدود لتعقيدات وقابلية تكيف الحاسب.

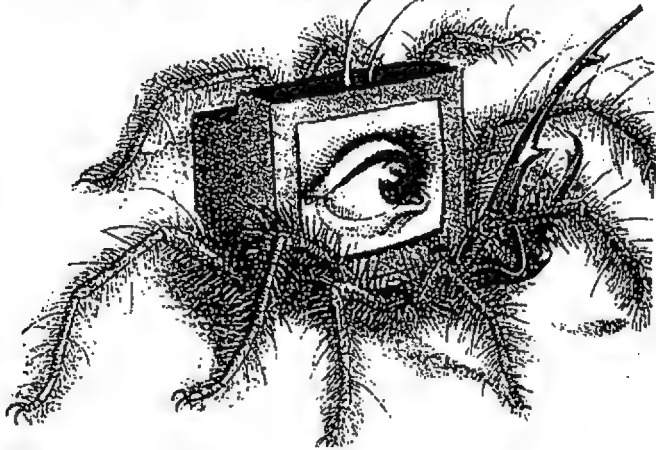
أصبحت لدى  
مميزات الحاسب، الذي  
يختلف اختلافاً تاماً عن  
الآلات الحاسبة  
الميكانيكية.



وقد ساعد تورينج فى كسب الحرب العالمية الثانية حيث إنه كان ضمن الفريق الذى كسر شفرة «الغز» الألمانى ماكينة الشفرة .  
وقد مات تورينج بصورة مأساوية وبالتحديد كنتيجة لاضطهاده ومحاكمته وقد تم تسميته بسم السيانياد حيث وجدت بجانبه التفاحة المسممة مأكول منها قسمة.



وقد بدت رؤية تورينج للكمبيوتر المختصر أنها فادحة خاصة على المدى الطويل. ففى مخططة للعمليات البسيطة لم يكن هناك مكان خصص لبرمجة الأخطاء أو الحاجة «لمعالجة الأخطاء» . وقد دام الاعتقاد بأن الحاسبات لا تخطئ لمدة قرون، بمعنى أن أى خطأ هو نتيجة لأخطاء البشر. والآن فقط وبعد اكتشاف Millennium Bug بدأنا نتحقق الأنظمة المختصرة لنظرية الحاسبات وبرمجتها ليست حقائق إلهية، ولكنها أيضاً منتجات بشرية.



## الفراكتالات

نظهر الآن قوة الكمبيوتر في الرياضيات نفسها ، حيث قادنا الرسم بالكمبيوتر إلى نوع جديد من الهندسة يعرف بهندسة الفراكتالات والذي يتكون من أنواع خاصة من الأشكال غير المنتظمة المشابهة في ذاتها، بمعنى أن أي نظام جزئي من نظام الفراكتال يكون مكافئاً للنظام ككل.

### الفراكتالات

هي إنشاءات جميلة جداً  
وعلى درجة عالية من  
التعقيد وأيضاً بسيطة جداً  
تعبر الفراكتالات  
معتدة نتيجة التفاصيل  
اللا نهائية التي تحتويها

والخصائص الرياضية المستردة  
لا يوجد فراكتالات متمثلات أبداً  
وتعتبر بسيطة لأنها تنتج بواسطة عملية بسيطة جداً

وإذا بدأنا بمعادلة بسيطة مثل  $x^2 + 1 = 0$  حيث إن  $x$  من رقم مركب يسمح له بالتعبير  
بأيضا  $x$  رقم مركب ثابت - نقوم بوضع قيمتين ( $x$ ،  $y$ ) ونبلغ الحاسب بوضع  
النتائج محل  $x$  في الخطوة التالية ثم يكرر ذلك في الخطوات المتابعة ، وتكون  
النتيجة مدخلة.

وقد وصف بينوا ماندلبرو (المولود عام ١٩٢٤) عالم الرياضيات الفرنسي (البولندي الأصل) مكتشف الفراككتلات على أنها طريقة لرؤية اللانهاية.



يرتبط اسمي  
بالفراككتال الشهير  
المرسوم في صفحة  
١٤٩ والمسمى بـ  
«فتة ماندلبرو».

وفي هذه الأيام تستخدم الفراككتلات في وصف الظواهر المعقدة مثل اضطرابات توزيع الزلازل وتطور المدن. وقد أدت هندسة الفراككتلات إلى الفرع الرياضي الجديد نظرية العماء.

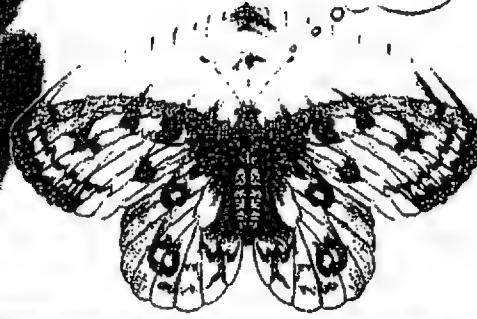
## نظرية العماء

تقوم نظرية العماء بوصف ظواهر ليست عشوائية ولا يمكن التنبؤ بها وفي نفس الوقت فهي تُوصَف بواسطة المعادلات التفاضلية. ويتج هذا السلوك لأن أى تغيير بسيط فى الشروط الابتدائية يؤدي إلى تغير كبير جداً فى سلوك الحلول النهائية . والوصف التقليدى (المبالغ فيه حقيقة) لهذه الخاصية.

هو ...

... رفرفة أجنحة

الفراشة من الممكن  
أن تؤثر على مسار  
العاصفة.



والسلوك العمائى يرتبط ارتباطاً وثيقاً بخصائص فراكتال الأنظمة وحيث إنها «ذاتية التماثل» فإننا نرى نفس نوع التغير إذا غيرنا المقياس الذى نصف به سلوك النظام ، وقد وضح أن المتغيرات العشوائية ، مثل تغير الأسعار فى أسواق الجملة ، تسلك نفس هذا السلوك . وهذا يمكننا من استخدام نظرية العماء فى إدارة مثل هذا النوع من المشاكل .

ربما يعتبر أعظم  
الإسهامات الهامة لنظرية العماء في  
فهمنا للرياضيات هي أنها جعلت  
التجاهل على قدر من الاحترام.

حيث إنها أمدت  
علماء الرياضيات بمسائل  
لحلها والتي تهتم باستحالة  
المعرفة المفصلة.

كانت أول مرة  
تنهار فيها الثقة في الرياضيات  
عند اكتشاف متناقضات  
اللاتهائية في بداية القرن العشرين  
حيث كانت هناك «أزمة في  
الأساسيات».



وفي هذه المرة  
فإن التعارض يتعلق  
بالتقدم، وبهذه الطريقة  
فإننا نلاحظ التغير المستمر  
في الموضوعات التي  
تختص الرياضيات  
بدراستها.

## الطوبولوجى

تظهر الآن قوة الحاسبات فى مجالات أخرى ملحوظة أكثر، فقد قامت الحاسبات بالبراهين التى وقف أمامها العقل البشرى عاجزاً . وأكثر الحالات الشهيرة المعاصرة هى الطوبولوجى . يهتم علم الطوبولوجى بدراسة العلاقات بين التكوينات بغض النظر عن أشكالها . وبصيغة رياضية فإن هذا المجال هو المجال الرياضى الذى يسهل فيه ذكر المشكلة ولكن يصعب جداً حلها.

وواحدة من أصعب التحديات فى مشاكل الطوبولوجى هى «نظرية الألوان الأربعة»  
والتي تنص على أن أى خريطة يمكن تلوينها بواسطة أربعة ألوان على الأكثر . والقاعدة الوحيدة هى عدم تشارك دولتين متجاورتين نفس اللون . والتقييد الوحيد هنا هو أن كل دولة تكون عبارة عن قطعة منفردة ومتصلة من الأرض ولا يوجد أى دولة تحتوى على دولة بداخلها على هيئة جزيرة كما فى حالة إيطاليا وسويسرا بالقرب من لوجانو Lugano





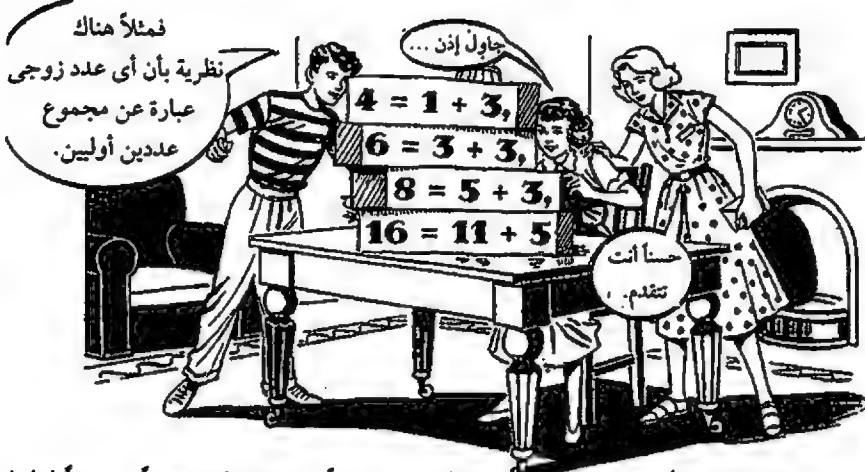
وقد تم التوصل إلى إثبات في عام ١٩٧٦ ، ولكنه اعتمد على دراسة مفصلة لأكثر من ألف حالة وهى شىء خارج حدود استطاعة الإنسان. لذلك فقد تم تصميم برنامج كمبيوتر لاختبار الحالات الخاصة فى وقتها وقد نجح فى ذلك وأعطى النتائج المرجوة.

ولكن فى ذلك الوقت اشتكى بعض علماء الرياضيات من أنهم لا يستطيعون اختبار الإثباتات ! حيث إن برنامج الكمبيوتر عبارة عن مجموعة من الأوامر وليس جملات متصلة منطقياً . هل نستطيع أن نجزم بأن برنامجاً ما قد تمت معالجته من الأخطاء أكثر من برنامج آخر ؟ وفى الحال تم التوصل إلى إجماع على مفاده وأصبح الإثبات الآن «متحققاً»



## نظرية الأرقام

وكما في حالة الطوبولوجي فإن المشاكل في نظرية الأعداد سهلة الوصف ولكنها صعبة الحل .



إثبات ذلك لكل الأعداد الزوجية يعتبر عملية صعبة جداً . وكان هذا تحدياً حقيقياً لعلماء الرياضيات لفترة طويلة. وأول محاولة ناجحة لحل هذه المشكلة والمعروفة بـ «حدس جولد باخ» بينت أننا لسنا بحاجة لأكثر من ٤٠٠٠٠٠٠ عدد أولي !



وأشهر نظرية في هذا المجال هي التي وضعها عالم الرياضيات الفرنسي بيير دي فيرما (١٦٠١-٦٥) .



وقد نتجت هذه النظرية من دراستي لأقدم علاقة رياضية وهي نظرية فيثاغورث، وحيث إنه هناك عدد لا نهائي من الحلول للمعادلة ...

$$٢١ + ٢ = ٢ ج ٢$$

حيث أوب و ح أعداد صحيحة وإنشاء مثل هذه الثلاثيات كان معروفاً لمدة قرون مضت..

وقد رأينا أن علماء الرياضيات المسلمين فكروا في معادلات شبيهة ولكن بأسس أعلى. وقد حاول بعضهم إثبات استحالة وجود مثال لأرقام تحقق المعادلة:  $٣ + ٣ = ٣ ع ٣$ .

ولكن بيير دي فيرما اعتقد أنه قد توصل إلى مثل تلك المجموعات متصوراً أنه قد أثبت أن المعادلة  $س + ن = ص د = ع ن$ .

ليس لها حلول على صورة أعداد صحيحة إذا كانت ن أكبر من اثنين.

وقد كتب لأحد أصدقائه أنه قد توصل إلى إثبات دقيق لهذه النقطة ولكن هامش الخطاب لم يستوعبه ! لذلك فإنه قد بدأ مطاردة استمرت لقرون ولم تنته إلا حديثاً. وقد تم التوصل إلى هذا الإثبات بواسطة عالم الرياضيات الإنجليزي أندرو ويلز (المولود عام ١٩٥٣) الذي يقوم بالتدريس الآن في جامعة برينستون.



نضمن هذا الرياضيات المميقة المبهمة عبر آلاف السطور التي تحتوي على مئات الحسابات والاتصالات المنطقية.

ويؤدي كل هذا إلى توضيح أن العقل البشري يستطيع أن يتوصل إلى ما لا يستطيع الكمبيوتر التوصل إليه.

وقد أصبحت نظرية الأعداد واحدة من أقل فروع الرياضيات قابلية للتطبيق. ولكن أثناء تطور المجالات المختلفة فإن هناك تفاعلات بينها بطرق غير متوقعة.

علم تخطيط الشفرة  
(عمل وكسر الشفرات) كان هاماً  
فقط بالنسبة للجنود والجواسيس.

ولكنه أصبح فجأة على درجة عالية من الأهمية التجارية والتكنولوجية والسياسية في تأمين الرسائل عبر الانترنت والذي يعتمد كلياً على صعوبة كسر شفرتها.



يجب فعل  
شيء ما.

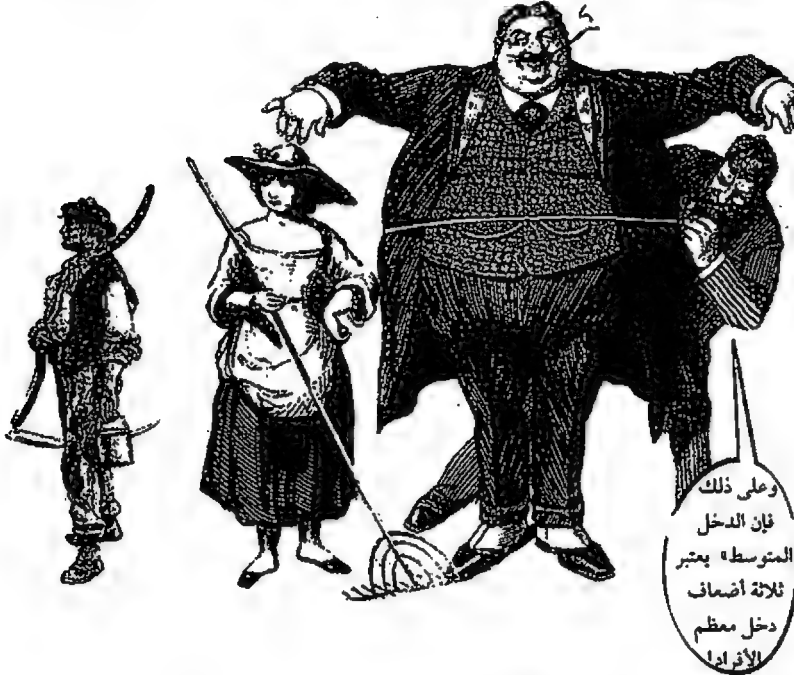
وأفضل طريقة لعمل الشفرات هو استخدام أرقام كبيرة جداً لا يمكن حساب مكوناتها. وعملية تعريف هذه الأرقام ووضع طرق لإنشائها وكسرها تتضمن العمل بنظرية الأعداد والمجموعات. لذلك فإن أكثر العلوم ميلاً لأن تكون نظرية أصبحت الآن في لب التطبيق العملي. وقد أصبحت هذه المشكلة على درجة عالية من السياسة حيث إن الحكومات تهتم بحل شفرات الرسائل المتبادلة بين المجرمين والإرهابيين.



## الإحصاء

علم الإحصاء هو أكثر نقاط الرياضيات شيوعاً واتصلاً بالأفراد العاديين. ويعنى علم الإحصاء «فن الحكم» حيث إن الحكومات تستطيع أن تقوم بأعمالها على وجه حسن إذا تمكنت من جمع معلومات عما يدور في مملكتهم. ولكن مجرد جمع أرقام متضاربة ليس بالعمل الكافي إنما يجب أن نقوم بربط وتحليل وتلخيص هذه الأرقام حتى تصبح مفيدة. وفي هذا العمل ستقوم باستخدام كل المقاييس المختلفة للإحصاء مثل «المتوسط» ولكن مثل هذه المقاييس تعتبر مثلاً لمجموعة من الأرقام وبينما تقوم بتوضيح بعض الأرقام في وقت ما فهي أيضاً تقوم بإخفاء مظاهر البعض الآخر. ولمعرفة كيفية تطبيق الإحصاء دعنا نتخيل قرية بها :

مائة قروي يتكسبون	وعشرة مزارعين يتكسبون	بالإضافة إلى سيد القرية الذي
١٠٠ دولار في السنة	١٠٠٠ دولار في السنة	يجنى ١٠٠٠٠ دولار في السنة.



والدخل الكلي لهذه القرية يصبح ٣٠٠٠٠ دولار ، وإذا قسمناه على ١١١ فرداً ، فإنه يعطى ٢٧٠ دولاراً في السنة لأغلب الحالات.

وإذا أخذنا في اعتبارنا الدخل المتوسط (حيث يوجد ٥٪ فقط لهم دخل أكبر) أو الأسلوب السائد (وهو الدخل الذي يتكسبه معظم الناس) . وفي كلتا الحالتين سيكون ذلك ١٠٠ دولار فقط أى أنه يتجاهل دخل الأشخاص الأكثر ثراءً. ولكي نقوم بتوضيح صورة الدخل على نحو أفضل فربما نتجاهل الأعشار العليا أو السفلى (مستوى ١٠٪ و ٩٠٪) وبالنسبة لعشر ٩٠٪ فإنه يلحق بالفرض الحادى عشر من أعلى وهو الدخل الأوسط.



والمثال السابق يوضح لنا أنه لا يوجد شيء إحصائى يعبر عن كل الأهداف، وهى ما تسمى بالإحصاء المتعادلة بالفعل من السهل التعامل مع الإحصاء..

## قيم «ف»

في كل اختبارات الإحصاء يوجد رقم يتم الاستشهاد به يسمى «حد الثقة» أو «قيمة أ» وهو يأخذ قيم ٥٪ أو ١٪ أو أى قيمة أخرى . وهذا الرقم يحدد درجة التأكد من أن هذا الاختبار يتوافق مع مجموعة الأرقام التى يتعامل معها. وهذا الرقم يعبر عن الأرقام الشاذة التى تعطى نتائج إيجابية ولكنها خاطئة . ولا يوجد اختبار يعطى نتائج مثالية ! فكلما ازدادت درجة التأكد زادت تكلفة هذا الاختبار وهذا يعنى أنه يتعين على القائمين على اختبارها أن يتقبلوا كل أنواع الخطأ الممكنة .

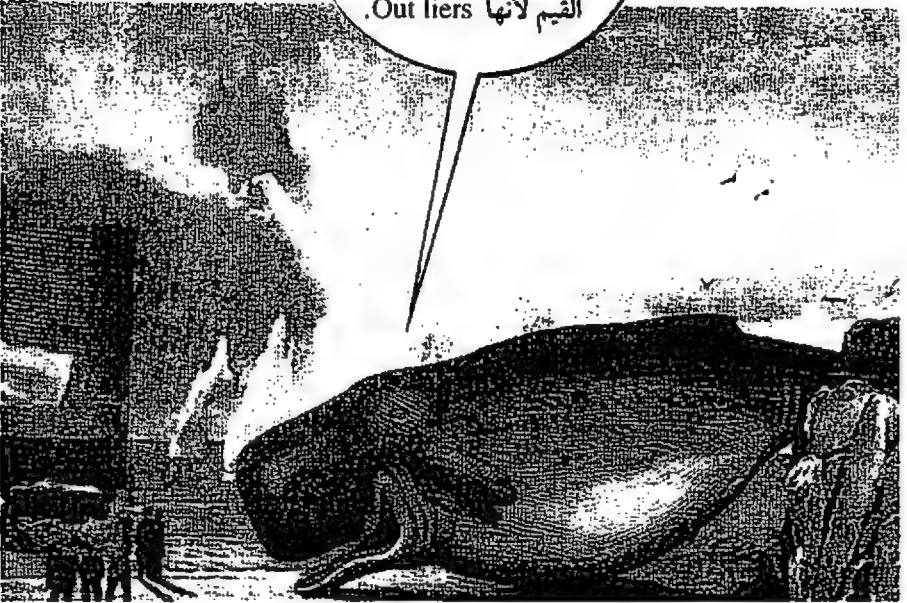


ذلك معنى أن هناك إقراراً بأن قيم أ يتم تصميمها بحيث إنها تحد من فرصة النتائج الإيجابية المخاطئة . وكلما زادت صرامة قيمة أ ازدادت اختيارية الاختبار ولكن على الجانب الآخر فإنها تجعله أقل حساسية . ففي مثال اختبار سمية بعض الملوثات البيئية فإن قيمة أ التي تُقدر به ٩٥٪ تجنبنا الإنذارات المخاطئة للملوثات ولكنها في نفس الوقت تجعلنا أكثر عرضة للأضرار الكاذبة . لذلك فإنه يتعين علينا أن نسأل أنفسنا أثناء القيام ببعض الاختبارات الواجبة : هل بعض المواد بالفعل لها آثار ضارة أم أن الآثار المنذرة يجب قبولها على أية حال؟ وفي كلتا الحالتين يجب اتخاذ إجراء وقائي.

والسؤال المحتوم في هذه الحالة هو : لمصلحة من تتم هذه الاختبارات؟

وحتى في الاستخدامات الأبسط للإحصاء كما في عملية تمثيل المعلومات التجريبية فإنه يتعذر علينا الحكم على القيم. بالطبع لا تتلائم كل النقاط مع المنحنى المرسوم وإلا إذا كانوا قريبين جداً فهذا يعنى أنها قيم ملفقة . وكذلك هناك بعض القيم تبعد تماماً عن باقى الحشد ونسمى هذه القيم "Out liers" وإذا تم إدراجهم مع القيم فسوف يؤثرون بالسلب لذلك فيجب تجنبهم بعد التأكد من أنهم لا يتمون إلى هذه الفئة (ربما نتيجة خطأ ما في القياس).

لم نكن نعرف أول  
دليل على وجود ثقب الأوزون ،  
وكان ذلك نتيجة أن نظام الإحصاء  
في الحاسب يتجنب بعض  
القيم لأنها Out liers .



## الاحتمال

تُبنى طرق التعامل مع البيانات الإحصائية بصورة أساسية على نظرية الاحتمال .  
ويتضمن هذا ثلاثة مبادئ واضحة والتي تتداخل مع بعضها بصورة متكررة.



الأول هو الاحتمالية  
الهندسية التي تعتمد على  
التماثلات مثلما نقول : إن  
احتمالية الحصول على سبعة  
أثناء اللقاء زوج من أحجار  
النرد يساوي السدس.

هناك ست طرق من إجمالي ست  
وثلاثين يكون المجموع فيها سبعة )

أما الثانية فهي الاحتمالية المعملية  
للأشخاص الذين يُعمرون أكثر من خمسة  
وسبعين عاماً والتي تبنى على معلومات قد تم  
جمعها في وقت سابق.

وفي النهاية نجد «أحكام» الاحتمال مثل  
احتمالية فوز أفراد غربية في سباق الخيل أو  
الانتخابات العامة .

وبالرغم من أن هذه الاحتمالات واضحة  
من ناحية المفهوم إلا أنها شائعة الاستخدام مع  
بعضها دون تفريق واضح. لكل هذه الأسباب  
فإن الاستنتاجات الإحصائية تقع في العديد من  
المآزق.





تتطلب الأحكام ، على «توجيه» قطعة النقود، النظرية الرياضية للاحتمال والإحصاء .  
وفى هذه الحالة سيصاحب الافتراضات عن سلوك قطعة النقود تصميم تجريبي  
بالإضافة إلى تقييم مقادير الخطأ ووضع حدود يقينية للأحكام النهائية. ويقودنا تحليل  
إلقاء قطعة النقود بعد توضيحه إلى مجموعة من النتائج الخطيرة . فبينما تبدو صيغة  
السؤال المباشر أنها نص بسيط للاحتمال (الصور والكتابة لهم احتمالات متساوية فى  
القطعة غير الموجهة) ، فالصيغة العكسية (هل القطعة موجهة؟) تتضمن أحكاماً مدغمة  
بواسطة علم الإحصاء.

عندما تبرز النقاشات الإحصائية بمبدأ  
المُسبب نجد أن هناك ارتباطات فى كل مكان  
، فهناك قصة عن رجل لا يحب السفر بالطيران  
أبداً....



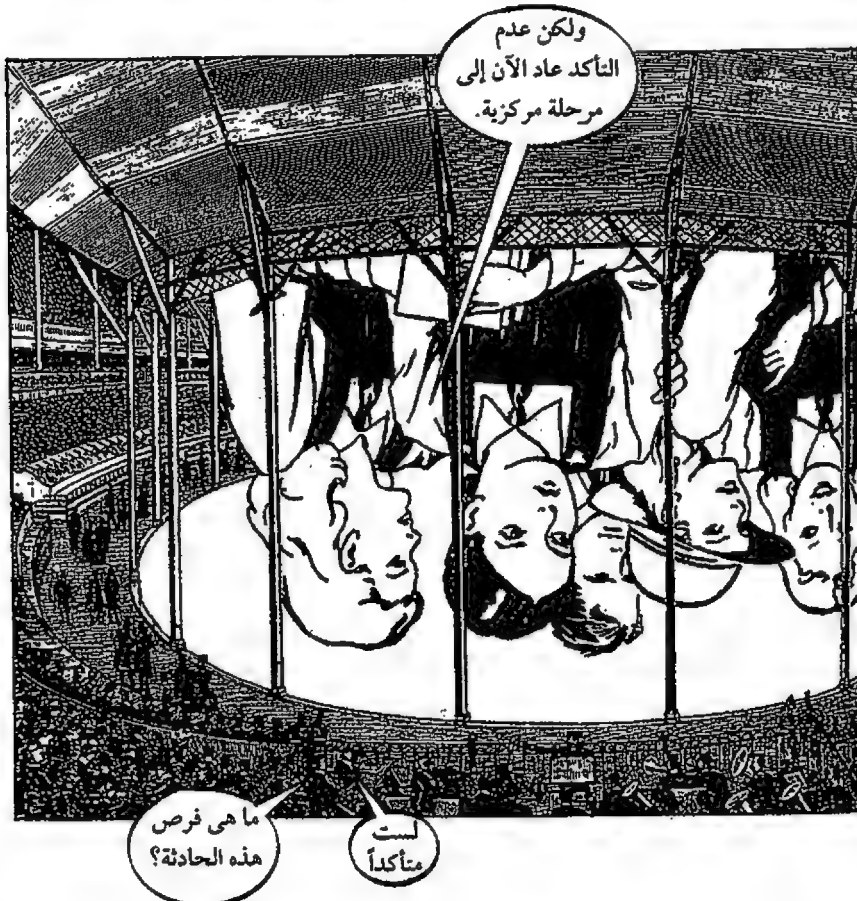
## عدم التأكد

يقع هؤلاء المختصون بإمداد الأرقام سواء إذا كانت إلى السياسيين أو إلى عامة الشعب في ورطة كبيرة ، فإذا قاموا بتوضيح عدم التأكد والتحفظات حول أرقام معينة لن يكون ذلك مفهوماً.

وعلى الجانب الآخر إذا قاموا بتبسيط العملية وذكروا «أرقاماً ساحرة» على قدر أمان كبير فسوف يدعى الناس عليهم بالخداع.



ويكمن التحدى العظيم للرياضيات من الناحية الاجتماعية فى إدارة وتنظيم عدم التأكد. ولقد ساد الاعتقاد لفترة طويلة بأن تقدم العلوم الطبيعية من الممكن أن يقلل أهمية عدم التأكد والتي ظلت لها إمكانية الترويض بواسطة نظرية الاحتمال.



وقد قام عدم التأكد بقهر الرياضيات، وعلى الجانب الآخر فهو أساس لـ «نظرية الكم» فى الفيزياء .. وفى هذه الأيام علينا أن نتحدى آثار الحضارة الصناعية على البيئة الطبيعية.

وقد أصبح عدم التأكد فى المقدمة لأول مرة. وتعتبر تسمية أخرى جديدة فى الرياضيات بـ «النكبة Catastrophe» أو «العماء Chaos» غير مدهشة. والآن نستطيع أن نضع عدم التأكد ضمن أفكارنا التى توضح ما تتضمنه الرياضيات.

## الأرقام السياسية

يعتبر فهمنا للأرقام (والتي تم وضعها للعد والحساب) غير ملائم بالنسبة للأرقام المستخدمة في صنع السياسة. هذه الاستخدامات تتطلب مفهوماً ومهارات مختلفة . وبسبب اعتيادنا الدائم على كون الرياضيات دقيقة وصحيحة ، فإننا لا نميل إلى تصديق أن عدم التأكد يعتبر جزءاً من الأرقام السياسية. وقد أدى الذكر الدقيق للأرقام في وسائل الإعلام إلى إيقاع عدم التأكد في أزمة كبيرة. وعلى كل حال فإذا ذكرنا رقماً ما مكوناً من خانتين مثل ٤٧ فإننا نعرف أنه مختلف عن ٤٦، ٤٨، أو أننا نعرفه بدقة حوالي ٢٪.



وإذا كان الرقم ٤٧ هو حد آمن تم حسابه من كل أنواع البيانات بكل أنواع التفسير ، فما هي فرصة أننا نعرفه بدقة حوالي ٢٪.



الدقة الزائدة محيرة ومضللة ويعاني من استخدامها كل من المستخدمين والأشخاص الذين يمدونهم بها.

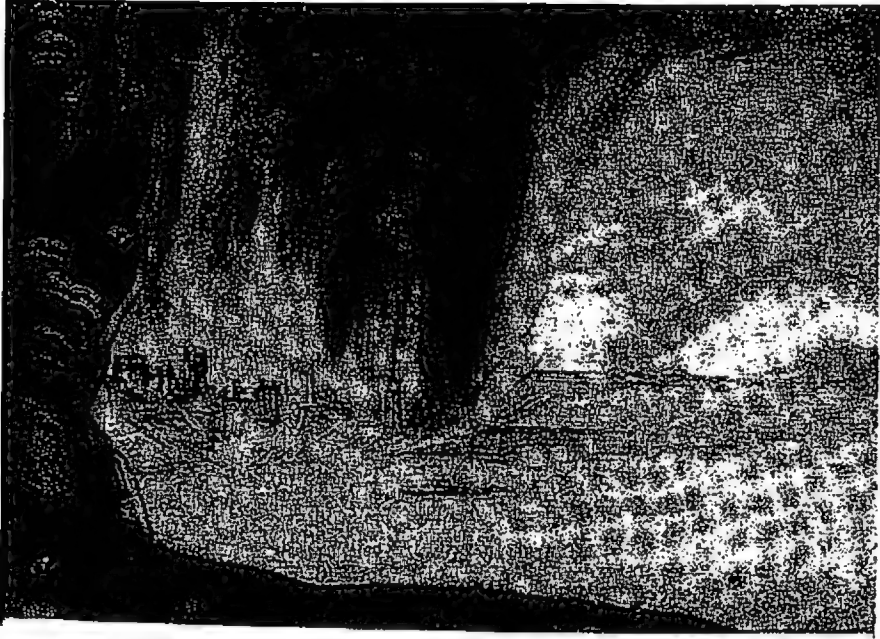


وتعتمد تأثيرات الأرقام الملحوظة على صنع السياسة على محتوى تلك الأرقام. وهناك حوار في الكتاب المقدس تم فيه عرض تعقيد مذهل، في جينسى ١٨ ، كان أبراهام والسيد قبل مدينتى «سدوم» و«جموره» وقال السيد ..



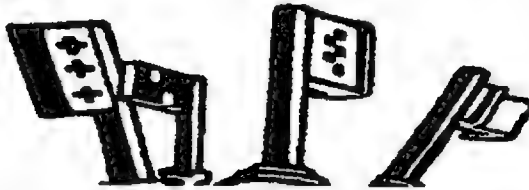
وعلى ذلك فقد نقل أبراهام النقاش إلى مستوى آخر، فهو الآن ليس عن السياسة (العفو عن المدينة إذا كانت هناك أرواح صالحة) ولكنه عن التحقيق (ماذا يحدث لو أننا أقل من النسبة؟) في هذا النص نجد أن خمسين ليس عدداً ولكنه رقم سياسى يتضمن تفاوتاً ما. وقد كان رأى أبراهام أن ٤٥ يقع داخل هذا التفاوت . هل بالتأكيد سيقوم السيد بتدمير المدينة لنقص خمسة، والتي ظهر من النص أنها أقل من حد الملاحظة؟ وفي النهاية استسلم السيد، وذلك ربما لأنه لاحظ مهارة خصمه، وجعل الحصنة نقل إلى عشرة أرواح صالحة. وبحكمة لم يقيم أبراهام بأى مساومات أخرى.





وتوضح قصة «إنقاذ سدوم» أن الأرقام يمكن أن يكون لها معان كثيرة مختلفة في النقاش . فترتبط «خمسون» بالتقدير أما «خمس» أو «خمس» وأربعون» فترتبط بتفاوت هذا التقدير. ويعتمد الاختلاف بين «خمس» و«خمس» وأربعين» على النص. وربما تتم ملاحظة هذا الفرق (إذا كان خارج التفاوت) في أوقات ما ولا يلاحظ في أوقات أخرى. وبالرغم من أن المثال كان عن الأرقام السياسية ولكن نقطة أن المعنى يعتمد على النص تتحقق في كل التقديرات والقياسات.

ويمكن ملاحظة نفس الظاهرة في «تناقض المفتاح» عندما يستخدم شخص مفتاحاً جديداً للقفل ما فإنه يكون متوافقاً معه، وإذا قام أحدهم بعمل نسخة منه فإن هذه النسخة تتوافق أيضاً مع القفل لأن سماحية الآلة كانت قريبة من سماحية القفل. ولكننا نلاحظ أنه بعد تكرار النسخ من النسخ تتابعياً فإن النسخة الأخيرة لا تتوافق مع القفل وذلك لأنه تم تراكم سماحيات الآلة في كل مرة. وبدلالة القياس نجد أن  $C=B=A$  ولكن  $K=A$  . ويبدو هذا جنوناً بدلالة الحسابات العادية ولكنه يوضح أن الأرقام في حالة القياس والتقدير يكون لها معنى فقط بناءً على محتوى النص ولا تعني نفس المعنى في حالة العد البسيط.



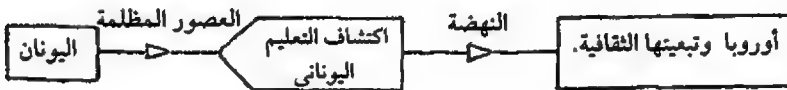
## الرياضيات والمركزية الأوروبية

لقد لعبت الرياضيات الأوروبية دوراً هاماً في الوعي الذاتي لأوروبا أي الإحساس بأن الثقافة الأوروبية هي الأعظم وأنها هي الحقيقة الوحيدة. ويرى الناس الذين يعتقدون أن الرياضيات عالمية أنه من الصعب أن تكون الرياضيات والإمبريالية تماشوا جنباً إلى جنب. ولكن الرياضيات قد تم استخدامها كوسيلة لتحقيق سفلية ووضاعة الثقافات غير الأوروبية.



قامت أوروبا باستخدام  
ثلاث طرق لنشر المركزية  
الأوروبية في الرياضيات.

١- قامت باستخدام إسهامات الثقافات غير الأوروبية وفي نفس الوقت أخفها. لم يكن هناك أي تقدم قبل معجزة اليونان وأيضاً في الفترة بين ذلك والنهضة الأوروبية في القرن السادس عشر. وهذا هو المبدأ التقليدي للمركزية الأوروبية.

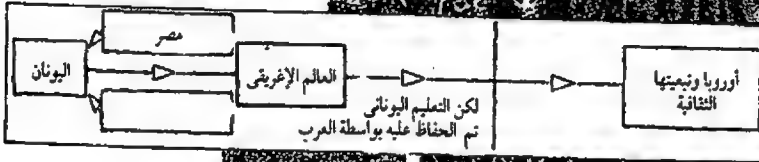




قامت أوروبا بتعريف الرياضيات بطريقة معينة  
وأعلنت أن مساهمات الحضارات الأخرى لم تكن  
رياضيات حقيقية.

فقد تم وصف الأساليب الرياضية غير الأوروبية بأنها  
كانت تعتمد على التجريب كلية وبالتالي فهي ليست  
رياضيات تأملية حقيقية.

ولكن العرب  
كانوا على درجة كرم كافية  
لحفظ الميراث اليوناني من  
الرياضيات التأملية وإمراره إلى  
ورث اليونان الشرعي!  
علماء الرياضيات الأوروبيين في  
عصر النهضة



٣- وشرعت أوروبا  
الرأي القائل بأن التطور  
الرياضي كان نتاجاً  
أوروبياً بصورة خالصة  
وقامت بتدريس ذلك في  
تعليم الرياضيات.

جورج غيفرغيز  
يوسف عالم تاريخ  
الرياضيات وهو بريطاني  
آسيوي.

وحتى في  
هذه الأيام فإن  
الرياضيات يتم  
تدريسها على أنها  
أيدولوجية إمبريالية



وقد أعدت  
الخبرة الإمبريالية الطلاب  
للاعتقاد بأنه ليس هناك مجال  
للتشكيك في أن غير الأوروبيين  
يستطيعون إنتاج معرفة رياضية  
وقد شجعت الأسطورة القائلة بأن  
الرياضيات كانت هبة حضارية  
نقلتها أوروبا إلى مستعمراتها  
وومضة بروينية جعلت  
بعض الأفراد المتخلفين  
يخترقون أسرار العلم والتكنولوجيا  
لدخول العصر  
الحديث.

## الرياضيات العرقية



فهي تهدف إلى إقامة علاقة قوية بين الرياضيات والثقافة والمجتمع وتذكرنا بأن الرياضيات تحتوى على أشياء أكثر من الدراسات المجردة النظرية الأفلاطونية ومناهج التدريس المشتقة منها. ويمكننا أن نرى المقدار الكبير الذى أثرت به أشكال الإبداع والابتكار فى الطرق المختلفة التى يتناول بها الأفراد المختلفون الأمور الرياضية.



لذلك فإن الرياضيات العرقية لا تتضمن الأنظمة الصياغية الرمزية فحسب ولكن أيضاً التصميم المكاني وطرق الإنشاء العملية وطرق الحساب والقياسات في الزمن والمكان وطرق معينة للفهم والإشارة ونشاطات مادية ومعرفية أخرى.



## الرياضيات ونوع الجنس

والنساء القلائل الذين أتاحت لهم فرصة المشاركة في الرياضيات في العصور الماضية كانوا مجرد طرفة. وأحد عالِمات الرياضيات هي الفرنسية صوفي جيرماين

لسوء الحظ، ولكنه حقيقي،  
ميراثنا الرياضي تم إيداع  
الجزء الأكبر منه بواسطة  
«الرجل الأبيض»



(١٧٧٦ - ١٨٣١) والتي قدمت  
نفسها على أنها رجل من  
خلال نقاشها مع عالم  
الرياضيات الألماني «كاري  
فريدريك جاوس». (١٧٧٧  
- ١٨٥٥).



تم إنشاء مرسى عندما دخل  
جيش نابليون مدينة جوتينجن  
واستخدمت نفوذى لتأمين  
سلامته

كنت مذهولاً عندما قدم القائد  
الفرنسى اعتذارات الآتية جيرمان  
لى، كنت أعتقد أن رفيقى فى  
باريس هو رجل شاب

وقد قدم علماء علم النفس العديد من الأسباب التي أدت إلى وضاعة

النساء فى الرياضيات.

ولكن الآن هؤلاء  
الفتيات يملون فى الرياضيات  
بلاءً أحسنًا أكثر من الأولاد وقد  
قبل إن هذه مشكلة اجتماعية  
تحتاج إلى حل عاجل



## أين الآن

لقد سادت وجهة النظر الأفلاطونية للرياضيات في الثقافة الغربية على مدى العصور.

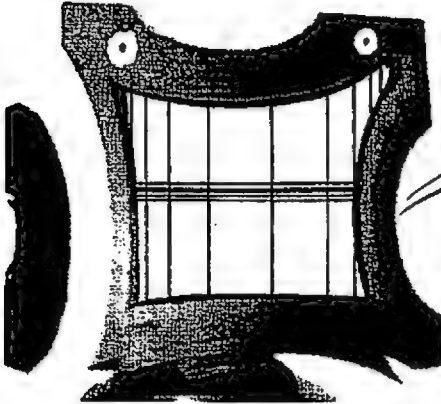
ووجهة النظر هذه كانت  
عن المعرفة المنحرفة من  
التمرين والتي تقترب  
من الحقيقة وتحرر من  
التعارضات

وهناك العديد من  
المفارقات بين وجهة  
النظر والحقيقة تم نزعها  
من هذه الرؤية

ويقوم الفلاسفة والمدرسون  
والمشيعون بتقديم الرياضيات  
بهذه الوجهة الأفلاطونية . وتم  
تخيّل العلم على أنه تطبيق  
للحقائق الرياضية . وكجزء من  
هذه الصورة ، تم تجاهل أو  
تشويه إسهامات الثقافات الغير  
أوروبية في الرياضيات.



وبالرغم من  
أن البحث الرياضى  
قد تجاهل مبادئ عدم  
التأكد فى الفكر الرياضى  
إلا أن ظهور الحاسبات  
الآلية جعل الرياضيات الحسابة  
المبنية على التجريب تتألف  
مع النظرية



وبغض النظر عن انتشار معرفة القراءة والكتابة إلا أنها لا تزال مقتصرة على صفوة الاجتماعيين والمثقفين .



وتحت هذه الظروف فمن الضروري لنا أن نعرف ونقدر فشل الرياضيات (من خلال العلم) في انتزاع عدم التأكد من العالم العملي من حولنا. ومن الضروري أيضاً أن نعيد التفكير في المعرفة الحقيقية وكيفية تحقيقها.

لذلك فإن الرياضيات تواجه تحديات جديدة. وعلى المواطن أن يقوم بدوره في مواجهة هذه التحديات. ففي كلمات الأسقف بيركلي: كل واحد....



## المحتويات

الصفحة	الموضوع
5	مقدمة
9	لماذا الرياضيات
13	الحساب
19	الأرقام المكتوبة
30	الصفر
33	أرقام خاصة
37	الأرقام الكبيرة
39	الأسس
43	اللوغاريتمات
45	الحساب Calculation
48	المعادلات
54	القياس
60	الرياضيات اليونانية
61	فيثاغورث
63	متناقضات «زينو».
65	إقليدس
68	الرياضيات الصينية
70	تشيو تشانج
71	أربعة علماء رياضيات صينيون
74	الرياضيات الهندية
75	هندسة «الفيدا»
77	براهما جوبتا
78	أرقام جاين
79	اندماجات «فيديك» و«جاين»
80	الشعر الرياضى



82	رامانوجان
83	الرياضيات الإسلامية
84	الخوارزمي
85	تطوير الجبر
88	اكتشاف حساب المثلثات
89	البطاني
90	أبو وفا
91	ابن يونس وثابت بن قرة
92	الطوسي
93	حل المسائل التي تتضمن أرقاماً صحيحة
94	نشأة الرياضيات الأوروبية
97	رينيه ديكارت
99	الهندسة التحليلية
102	الدوال
107	التفاضل والتكامل
108	التفاضل
111	التكامل
117	أسئلة بيركلي
120	إله أويلر
124	علوم الهندسة اللاإقليدية
126	الفضاءات نونية الأبعاد
128	إيفارست جالوا
129	المجموعات
132	العمليات الجبرية على الفئات
135	كانتور والفئات
141	أزمة في الرياضيات
142	راشيل والحقيقة الرياضية
145	نظرية «جوديل»

147	..... ماكنية «تورينج».
149	..... Fractals الفراكتلات
151	..... نظرية العماء
153	..... الطوبولوجى
155	..... نظرية الأرقام
158	..... الإحصاء
160	..... قيم - «أ»
162	..... الاحتمال
165	..... عدم التأكد
167	..... الأرقام السياسية
170	..... الرياضيات والمركزية الأوروبية
172	..... الرياضيات العرقية
174	..... الرياضيات ونوع الجنس
175	..... أين الآن؟
178	..... فهرس

## المشروع القومى للترجمة

المشروع القومى للترجمة مشروع تنمية ثقافية بالدرجة الأولى، ينطلق من الإيجابيات التى حققتها مشروعات الترجمة التى سبقته فى مصر والعالم العربى ويسعى إلى الإضافة بما يفتح الأفق على وعود المستقبل، معتمداً المبادئ التالية :

- ١ - الخروج من أسر المركزية الأوروبية وهيمنة اللغتين الإنجليزية والفرنسية.
- ٢ - التوازن بين المعارف الإنسانية فى المجالات العلمية والفنية والفكرية والإبداعية.
- ٣ - الإنحياز إلى كل ما يؤسس لأفكار التقدم وحضور العلم وإشاعة العقلانية والتشجيع على التجريب.
- ٤ - ترجمة الأصول المعرفية التى أصبحت أقرب إلى الإطار المرجعى فى الثقافة الإنسانية المعاصرة، جنباً إلى جنب المنجزات الجديدة التى تضع القارئ فى القلب من حركة الإبداع والفكر العالميين.
- ٥ - العمل على إعداد جيل جديد من المترجمين المتخصصين عن طريق ورش العمل بالتنسيق مع لجنة الترجمة بالمجلس الأعلى للثقافة.
- ٦ - الاستعانة بكل الخبرات العربية وتنسيق الجهود مع المؤسسات المعنية بالترجمة.

## المشروع القوي للترجمة

- ١- اللغة العليا (طبعة ثانية)
  - ٢- الوثنية والإسلام
  - ٣- التراث المسروق
  - ٤- كيف تتم كتابة السيناريو
  - ٥- ثريا في غيبوبة
  - ٦- اتجاهات البحث اللساني
  - ٧- العلوم الإنسانية والفلسفة
  - ٨- مشعل الحرائق
  - ٩- التغيرات البيئية
  - ١٠- خطاب الحكاية
  - ١١- مختارات
  - ١٢- طريق الحرير
  - ١٣- ديانة الساميين
  - ١٤- التحليل النفسي للأدب
  - ١٥- الحركات الفنية
  - ١٦- أثينة السوداء
  - ١٧- مختارات
  - ١٨- الشعر النسائي في أمريكا اللاتينية
  - ١٩- الأعمال الشعرية الكاملة
  - ٢٠- قصة العلم
  - ٢١- خوخة وألف خوخة
  - ٢٢- مذكرات رحالة عن المصريين
  - ٢٣- تجلى الجميل
  - ٢٤- ظلال المستقبل
  - ٢٥- منتهى
  - ٢٦- دين مصر العام
  - ٢٧- التنوع البشري الخلاق
  - ٢٨- رسالة في التسامح
  - ٢٩- الموت والوجود
  - ٣٠- الوثنية والإسلام (ط٢)
  - ٣١- ماضى دراسة التاريخ الإسلامى
  - ٣٢- الانقراض
  - ٣٣- التاريخ الاقتصادى لإفريقيا الغربية
  - ٣٤- الرواية العربية
  - ٣٥- الأسطورة والحداثة
- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| جون كوين                    | ت : أحمد درويش                            |
| ك. مادهو باننيكار           | ت : أحمد فؤاد بليغ                        |
| جورج جيمس                   | ت : شوقي جلال                             |
| انجا كاريتكوفا              | ت : أحمد الحضري                           |
| إسماعيل فصيح                | ت : محمد علاء الدين منصور                 |
| ميلكا إفيتش                 | ت : سعد مصلوح / وفاء كامل فايد            |
| لوسيان غولدمان              | ت : يوسف الأنطكي                          |
| ماكس فريش                   | ت : مصطفى ماهر                            |
| أندرو س. جودي               | ت : محمود محمد عاشور                      |
| جيرار جينيت                 | ت : محمد معصم وعبد الجليل الأزدي وعمر حلي |
| فيسوفا شيمبوريسكا           | ت : هناء عبد الفتاح                       |
| ديفيد براونستون وايرين فراث | ت : أحمد محمود                            |
| روبرتسن سميث                | ت : عبد الوهاب غلوب                       |
| جان بيتمان نويل             | ت : حسن المودن                            |
| إدوارد لويس سميث            | ت : أشرف رقيق عفيفي                       |
| مارتن برنال                 | ت : يشارف: أحمد عثمان                     |
| فيليب لاركين                | ت : محمد مصطفى بدوي                       |
| مختارات                     | ت : طلعت شاهين                            |
| جورج سفيريس                 | ت : نعيم عطية                             |
| ج. ج. كراوتز                | ت : يمني طريف الخولي / بدوي عبد الفتاح    |
| صمد بهرتجي                  | ت : ماجدة العناني                         |
| جون أنتيس                   | ت : سيد أحمد علي الناصري                  |
| هانز جيورج جادامر           | ت : سعيد توفيق                            |
| باتريك بارندر               | ت : بكر عباس                              |
| مولانا جلال الدين الرومي    | ت : إبراهيم الدسوقي شتا                   |
| محمد حسين هيكل              | ت : أحمد محمد حسين هيكل                   |
| مقالات                      | ت : نخبة                                  |
| جون لوك                     | ت : منى أبو سنه                           |
| جيمس ب. كارس                | ت : بدر الديب                             |
| ك. مادهو باننيكار           | ت : أحمد فؤاد بليغ                        |
| جان سوفاجيه - كلود كاين     | ت : عبد الستار الطوحي / عبد الوهاب غلوب   |
| ديفيد روس                   | ت : مصطفى إبراهيم فهمي                    |
| أ. ج. هوبكنز                | ت : أحمد فؤاد بليغ                        |
| روجر آلن                    | ت : حصه إبراهيم المنيف                    |
| بول . ب . ديكسون            | ت : خليل كلفت                             |

- ٢٦- نظريات السرد الحديثة  
٢٧- واحة سيوة وموسيقاها  
٢٨- نقد الحداثة  
٢٩- الإغريق والحسد  
٤٠- قصائد حب  
٤١- ما بعد المركزية الأوروبية  
٤٢- عالم ماك  
٤٣- اللهب المزوج  
٤٤- بعد عدة أصياف  
٤٥- التراث المغفور  
٤٦- عشرون قصيدة حب  
٤٧- تاريخ النقد الأدبي الحديث (١)  
٤٨- حضارة مصر الفرعونية  
٤٩- الإسلام في البلقان  
٥٠- ألف ليلة وليلة أو القول الأسير  
٥١- مسار الرواية الإسبانية أمريكية  
٥٢- العلاج النفسي التدميمي  
٥٣- الدراما والتعليم  
٥٤- المفهوم الإغريقي للمسرح  
٥٥- ما وراء العلم  
٥٦- الأعمال الشعرية الكاملة (١)  
٥٧- الأعمال الشعرية الكاملة (٢)  
٥٨- مسرحيتان  
٥٩- المحبرة  
٦٠- التصميم والشكل  
٦١- موسوعة علم الإنسان  
٦٢- لذة النص  
٦٣- تاريخ النقد الأدبي الحديث (٢)  
٦٤- برتراند راسل (سيرة حياة)  
٦٥- في مدح الكسل ومقالات أخرى  
٦٦- خمس مسرحيات أندلسية  
٦٧- مختارات  
٦٨- نتاشا العجوز وقصص أخرى  
٦٩- العالم الإسلامي في لول القرن العشرين  
٧٠- ثقافة وحضارة أمريكا اللاتينية  
٧١- السيدة لا تصلح إلا للرمي  
والاس مارتن  
بريجيت شيفر  
آلن تورين  
بيتر والكوت  
آن سكستون  
بيتر جران  
بنجامين باربر  
أوكتاڤيو باث  
ألدوس هكسلي  
روبرت ج دنيا - جون ف أفاين  
بابلو نيرودا  
رينيه ويليك  
فرانسوا دوما  
ه. ت. نوريس  
جمال الدين بن الشيخ  
داريو بيانوبيا وخ. م بينياليستي  
بيتر. ن. نوفاليس وستيفن. ج.  
روجسيفيتز وروجر بيل  
أ. ف. ألنجلتون  
ج. مايكل والتون  
جون بولكنجهوم  
فديريكو غرسية لوركا  
فديريكو غرسية لوركا  
فديريكو غرسية لوركا  
كارلوس مونيث  
جوهانز ايتن  
شارلوت سيمور - سميث  
رولان بارت  
رينيه ويليك  
آلان وود  
برتراند راسل  
أنطونيو جالا  
فرناندو بيسوا  
فالنتين راسبيتين  
عبد الرشيد إبراهيم  
أوخيتيو تشانج رودريجت  
داريو فو  
ت : حياة جاسم محمد  
ت : جمال عبد الرحيم  
ت : أنور مغيث  
ت : منيرة كروان  
ت : محمد عيد إبراهيم  
ت : عطف أحمد / إبراهيم قتي / محمود ملجد  
ت : أحمد محمود  
ت : المهدي أخريف  
ت : مارلين تادرس  
ت : أحمد محمود  
ت : محمود السيد علي  
ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد  
ت : ماهر جويجاتي  
ت : عبد الوهاب علوب  
ت : محمد براءة وعثمان الميلاوي ويوسف الأنطكي  
ت : محمد أبو العطا  
ت : لطفي قطيم وعادل دمرdash  
ت : مرسى سعد الدين  
ت : محسن مصيلحي  
ت : علي يوسف علي  
ت : محمود علي مكي  
ت : محمود السيد ، ماهر البطوطي  
ت : محمد أبو العطا  
ت : السيد السيد سهيوم  
ت : صبري محمد عبد الغني  
مراجعة وإشراف : محمد الجوهري  
ت : محمد خير البقاعي .  
ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد  
ت : رمسيس عوض .  
ت : رمسيس عوض .  
ت : عبد اللطيف عبد الحليم  
ت : المهدي أخريف  
ت : أشرف الصباغ  
ت : أحمد فؤاد متولي وهويدا محمد فهمي  
ت : عبد الحميد غلاب وأحمد حشاد  
ت : حسين محمود

- ٧٢- السياسي العجوز ت . س . إليوت
- ٧٣- نقد استجابة القارئ جين . ب . تومكينز
- ٧٤- صلاح الدين والمماليك في مصر ل . ا . سيمينوثا
- ٧٥- فن التراجم والسير الذاتية أندريه موروا
- ٧٦- چاك لاكان وإغواء التحليل النفسي مجموعة من الكتاب
- ٧٧- تاريخ النقد الأدبي الحديث ٢ رينيه ويليك
- ٧٨- العولة : النظرية الاجتماعية والثقافة الكونية رونالد روبرتسون
- ٧٩- شعورية التأليف بوريس أوسبنسكى
- ٨٠- بوشكين عند «نافورة الدموع» ألكسندر بوشكين
- ٨١- الجماعات المتخيلة بندكت أندرسن
- ٨٢- مسرح ميغيل ميغيل دى أونامونو
- ٨٣- مختارات غوتفريد بن
- ٨٤- موسوعة الأدب والنقد مجموعة من الكتاب
- ٨٥- منحصر العلاج (مسرحية) صلاح زكى أقطاي
- ٨٦- طول الليل جمال مير صادقى
- ٨٧- نون والقلم جلال آل أحمد
- ٨٨- الابتلاء بالتغريب جلال آل أحمد
- ٨٩- الطريق الثالث أنتوني جينز
- ٩٠- وسم السيف ميغل دى تريباتس
- ٩١- المسرح والتجريب بين النظرية والتطبيق باربر الاسوستكا
- ٩٢- أساليب ومضامين المسرح
- ٩٣- الإسبانيونأمريكي المعاصر كارلوس ميغل
- ٩٤- محدثات العولة مايك فينرستون وسكوت لاش
- ٩٥- الحب الأول والصحية صمويل بيكيت
- ٩٦- مختارات من المسرح الإسباني أنطونيو بوينو بايخو
- ٩٧- ثلاث زنبقات ووردة قصص مختارة
- ٩٨- هوية فرنسا مع ١ فرنان برودل
- ٩٩- الهم الإنسانى والابتزاز الصهيونى نماذج ومقالات
- ١٠٠- تاريخ السينما العالمية ديفيد روبنسون
- ١٠١- مسالة العولة بول ميرست وجراهام تومبسون
- ١٠٢- النص الروائى (تقنيات ومناهج) بيرنار فاليت
- ١٠٣- السياسة والتسامح عبد الكريم الخطيبى
- ١٠٤- قبر ابن عربى يليه آباء عبد الوهاب المؤدب
- ١٠٥- أوبرا ماهوجنى برنولت بريشت
- ١٠٦- مدخل إلى النص الجامع جيرارجينيت
- ١٠٧- الأدب الأندلسى د. ماريا خيسوس روبيرامتى
- ١٠٨- صورة الفنان فى الشعر الأمريكى المعاصر نخبة
- ت : فزاد مجلى
- ت : حسن ناظم وعلى حاكم
- ت : حسن بيومى
- ت : أحمد درويش
- ت : عبد المقصود عبد الكريم
- ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
- ت : أحمد محمود ونورا أمين
- ت : سعيد الغانمى وناصر حلاوى
- ت : مكارم الغمرى
- ت : محمد طارق الشرقاوى
- ت : محمود السيد على
- ت : خالد المعالى
- ت : عبد الحميد شبة
- ت : عبد الرازق بركات
- ت : أحمد فتحي يوسف شتا
- ت : ماجدة العنانى
- ت : إبراهيم الدسوقى شتا
- ت : أحمد زايد ومحمد محبى الدين
- ت : محمد إبراهيم مبروك
- ت : محمد هناء عبد الفتاح
- ت : نادية جمال الدين
- ت : عبد الوهاب علوب
- ت : فوزية العشماوى
- ت : سرى محمد محمد عبد اللطيف
- ت : إدوار الخراط
- ت : بشير السباعى
- ت : أشرف الصباغ
- ت : إبراهيم قنديل
- ت : إبراهيم فتحى
- ت : رشيد بنحدو
- ت : عز الدين الكتانى الإدريسى
- ت : محمد بنيس
- ت : عبد الغفار مكاوى
- ت : عبد العزيز شليل
- ت : د. أشرف على دعور
- ت : محمد عبد الله الجعيدى

١٠٨- ثلاث دراسات عن الشعر الأندلسي	مجموعة من النقاد	ت : محمود على مكي
١٠٩- حروب المياه	جون بولوك وعادل درويش	ت : هاشم أحمد محمد
١١٠- النساء في العالم النامي	حسنة بيجوم	ت : منى قطان
١١١- المرأة والجريمة	فرانسييس هيندسون	ت : ريهام حسين إبراهيم
١١٢- الاحتجاج الهادي	أرلين علوي ماكلويد	ت : إكرام يوسف
١١٣- راية التمرد	سادى بلانت	ت : أحمد حسان
١١٤- مسرحيتا حصاد كونجى وسكان المستنقع	وول شوينكا	ت : شسيم مجلى
١١٥- غرفة تخص المرء وحده	فرجينيا وولف	ت : سمعية رمضان
١١٦- امرأة مختلفة (درية شفيق)	سينثيا نلسون	ت : نهاد أحمد سالم
١١٧- المرأة والجنوسة في الإسلام	ليلى أحمد	ت : منى إبراهيم ، وهالة كمال
١١٨- النهضة النسائية في مصر	بث بارون	ت : لميس النقاش
١١٩- النساء والأسرة وقوانين الطلاق	أميرة الأزهرى سنيل	ت : بإشراف/ رؤوف عباس
١٢٠- الحركة النسائية والتطور في الشرق الأوسط	ليلى أبو لغد	ت : نخبه من المترجمين
١٢١- الدليل الصغير عن الكتابات العربيات	فاطمة موسى	ت : محمد الجندي ، وإيزابيل كمال
١٢٢- نظام العبرية القديم ونموذج الإنسان	جوزيف فوجت	ت : منيرة كروان
١٢٣- الإمبراطورية العثمانية وعلاقاتها الدولية	نيل الكسندر وفنادولينا	ت : أنور محمد إبراهيم
١٢٤- الفجر الكاذب	جون جراى	ت : أحمد فؤاد بليغ
١٢٥- التحليل الموسيقى	سيدريك ثورپ ديقى	ت : سمحه الخولى
١٢٦- فعل القراءة	قولفانج إيسر	ت : عبد الوهاب علوب
١٢٧- إرهاب	صفاء فتحي	ت : بشير السباعي
١٢٨- الأدب المقارن	سوزان ياسنيت	ت : أميرة حسن نويرة
١٢٩- الرواية الإسبانية المعاصرة	ماريا دولورس أسييس جاروته	ت : محمد أبو العطا وآخرون
١٣٠- الشرق يصعد ثانية	أندويه جوندر فرانك	ت : شوقي جلال
١٣١- مصر القيمة (التاريخ الاجتماعى)	مجموعة من المؤلفين	ت : لويس بقطر
١٣٢- ثقافة العولمة	مايك فينرستون	ت : عبد الوهاب علوب
١٣٣- الخوف من المرايا	طارق على	ت : طلعت الشايب
١٣٤- تشريع حضارة	بارى ج. كيمب	ت : أحمد محمود
١٣٥- المختار من نقد ت. س. إليوت	ت. س. إليوت	ت : ماهر شفيق فريد
١٣٦- فلاحو الباشا	كينيث كوتو	ت : سحر توفيق
١٣٧- مذكرات ضابط في الحملة الفرنسية	جوزيف ماري مواريه	ت : كاميليا صبحي
١٣٨- عالم التليفزيون بين الجمال والعنف	إيفيلينا تارونى	ت : وجيه سمعان عبد المسيح
١٣٩- باريسقال	ريشارد فاچنر	ت : مصطفى ماهر
١٤٠- حيث تلتقى الأنهار	هوبرت ميسن	ت : أمل الجبوري
١٤١- اثنتا عشرة مسرحية يونانية	مجموعة من المؤلفين	ت : نعيم عطية
١٤٢- الإسكندرية : تاريخ ودليل	أ. م. فورستر	ت : حسن بيومي
١٤٣- قضايا التنظير في البحث الاجتماعى	ديريك لايدار	ت : عدلى السمري
١٤٤- صاحبة اللوكائدة	كارلو جولدونى	ت : سلامة محمد سليمان

- ١٤٥- موت أرتيميو كروث  
١٤٦- الورقة الحمراء  
١٤٧- خطبة الإدانة الطويلة  
١٤٨- القصة القصيرة (النظرية والتقنية)  
١٤٩- النظرية الشعرية عند إليوت وأونيس  
١٥٠- التجربة الإغريقية  
١٥١- هوية فرنسا مج ٢ ، ج ١  
١٥٢- عدالة الهنود وقصص أخرى  
١٥٣- غرام الفزاعة  
١٥٤- مدرسة فرانكفورت  
١٥٥- الشعر الأمريكي المعاصر  
١٥٦- المدارس الجمالية الكبرى  
١٥٧- خسرو وشيرين  
١٥٨- هوية فرنسا مج ٢ ، ج ٢  
١٥٩- الإيديولوجية  
١٦٠- آلة الطبيعة  
١٦١- من المسرح الإسباني  
١٦٢- تاريخ الكنيسة  
١٦٣- موسوعة علم الاجتماع  
١٦٤- شامبوليون (حياة من نور)  
١٦٥- حكايات الثعلب  
١٦٦- العلاقات بين المتنبيين والعلمانيين في إسرائيل  
١٦٧- في عالم طاغور  
١٦٨- دراسات في الأدب والثقافة  
١٦٩- إبداعات أدبية  
١٧٠- الطريق  
١٧١- وضع حد  
١٧٢- حجر الشمس  
١٧٣- معنى الجمال  
١٧٤- صناعة الثقافة السوداء  
١٧٥- التلفزيون في الحياة اليومية  
١٧٦- نحو مفهوم للاقتصاديات البيئية  
١٧٧- أنطون تشيخوف  
١٧٨- مختارات من الشعر اليوناني الحديث  
١٧٩- حكايات أيسوب  
١٨٠- قصة جاويد  
١٨١- النقد الأدبي الأمريكي
- كارلوس فوينتس  
ميجيل دي ليبس  
تاتريد دورست  
إنريكي أندرسون إمبروت  
عاطف فضول  
روبرت ج. ليتمان  
فرنان برودل  
نخبة من الكتاب  
فيولين فاتورك  
فيل سليتر  
نخبة من الشعراء  
جى أنبال وآلان وأوديت فيرمو  
النظامى الكتوجى  
فرنان برودل  
ديفيد هوكس  
بول إيرليش  
اليخاندرو كاسونا وأنطونيو جالا  
يوجنا الأسويى  
جوردن مارشال  
جان لأكوتير  
أ. ن أفانا سيفا  
يشعيا هو ليتمان  
رابندرات طاغور  
مجموعة من المؤلفين  
مجموعة من المبدعين  
ميفيل دلبيس  
فرانك بيجو  
مختارات  
ولتر ت. ستيمس  
ايليس كاشمور  
لورينزو فيلشس  
توم تيتنبرج  
هنرى تروايا  
نخبة من الشعراء  
أيسوب  
إسماعيل فصيح  
فنسنت ب. ليتش
- ت : أحمد حسان  
ت : على عبدالرؤوف البمبى  
ت : عبدالغفار مكابى  
ت : على إبراهيم على منوفى  
ت : أسامة إسبر  
ت : منيرة كروان  
ت : بشير السباعى  
ت : محمد محمد الخطابى  
ت : فاطمة عبدالله محمود  
ت : خليل كلفت  
ت : أحمد مرسى  
ت : مى التلمسانى  
ت : عبدالعزيز بقوش  
ت : بشير السباعى  
ت : إبراهيم فتحى  
ت : حسين بيومى  
ت : زيدان عبدالحليم زيدان  
ت : صلاح عبدالعزيز مجوب  
ت : بإشراف: محمد الجومرى  
ت : نبيل سعد  
ت : سهير المصادفة  
ت : محمد محمود أبو غدير  
ت : شكرى محمد عياد  
ت : شكرى محمد عياد  
ت : شكرى محمد عياد  
ت : بسام ياسين رشيد  
ت : هدى حسين  
ت : محمد محمد الخطابى  
ت : إمام عبد الفتاح إمام  
ت : أحمد محمود  
ت : وجيه سمعان عبد المسيح  
ت : جلال البنا  
ت : حصه إبراهيم المنيف  
ت : محمد حمدى إبراهيم  
ت : إمام عبد الفتاح إمام  
ت : سليم عبد الأمير حمدان  
ت : محمد يحيى



١٨٢ العنف والنبوة	و . ب . بيتس	ت: ياسين طه حافظ
١٨٣ جان كوكو على شاشة السينما	رينيه جيلسون	ت: قحى العشرى
١٨٤- القاهرة... حالة لا تنام	هانز إيندورفر	ت: دسوقي سعيد
١٨٥- أسفار العهد القديم	توماس تومسن	ت: عيد الوهاب علوب
١٨٦- معجم مصطلحات هيجل	ميخائيل إنوود	ت: إمام عبد الفتاح إمام
١٨٧- الأرضة	بُرْجُ علوى	ت: محمد علاء الدين منصور
١٨٨- موت الأدب	الفين كرنان	ت: بدر الديب
١٨٩- العمى والبصيرة	بول دي مان	ت: سعيد الغانمى
١٩٠- محاورات كونفوشيوس	كونفوشيوس	ت: محسن سيد فرجاني
١٩١- الكلام وأسمال	الحاج أبو بكر إمام	ت: مصطفى حجازى السيد
١٩٢- رحلة إبراهيم بك ج١	زين العابدين المراغى	ت: محمود سلامة علاوى
١٩٣- عامل النجم	بيتر أبراهامز	ت: محمد عبد الواحد محمد
١٩٤- مختارات من النقد الأنجلو-أمريكى	مجموعة من النقد	ت: ماهر شقيق فريد
١٩٥- شتاء ٨٤	إسماعيل فصيح	ت: محمد علاء الدين منصور
١٩٦- المهلة الأخيرة	فالتين راسبوتين	ت: أشرف الصباغ
١٩٧- الفاروق	شمس العلماء شبلى النعمانى	ت: جلال السعيد الحفناوى
١٩٨- الاتصال الجماهيرى	ادوين إمري وآخرون	ت: إبراهيم سلامة إبراهيم
١٩٩- تاريخ يهود مصر فى الفترة العثمانية	يعقوب لاندواى	ت: جمال أحمد الرفاعى وأحمد عبد اللطيف حماد
٢٠٠- ضحايا التنمية	جيرمى سبيروك	ت: فخرى لبيب
٢٠١- الجانب الدينى للفلسفة	جهازيا رويس	ت: أحمد الأنصارى
٢٠٢- تاريخ النقد الأدبى الحديث ج٢	رينيه ويليك	ت: مجاهد عبد المنعم مجاهد
٢٠٣- الشعر والشاعرية	ألفاف حسين حالى	ت: جلال السعيد الحفناوى
٢٠٤- تاريخ نقد العهد القديم	زالمان شاراز	ت: أحمد محمود هويدى
٢٠٥- الجينات والشعوب واللغات	لويجى لوقا كافاللى- سفورزا	ت: أحمد مستجير
٢٠٦- الهبولية تصنع علماً جديداً	جيمس جلريك	ت: على يوسف على
٢٠٧- ليل إفريقي	رامون خوتاسندير	ت: محمد أبو العطا عبد الرؤوف
٢٠٨- شخصية العربى فى المسرح الإسرائيلى	دان أوريان	ت: محمد أحمد صالح
٢٠٩- السرد والمسرح	مجموعة من المؤلفين	ت: أشرف الصباغ
٢١٠- مثنويات حكيم سنائى	سنائى الفرنوى	ت: يوسف عبد الفتاح فرج
٢١١- فردينان دوسوسير	جوناثان كلر	ت: محمود حمدي عبد الغنى
٢١٢- قصص الأمير مرزيان	مرزيان بن رستم بن شروين	ت: يوسف عبد الفتاح فرج
٢١٣- مصر منذ قدم نابليون حتى رحيل عبدالناصر	ريمون فلاور	ت: سيد أحمد على الناصرى
٢١٤- قواعد جديدة للمنهج فى علم الاجتماع	أنتونى جيندز	ت: محمد محمود محى الدين
٢١٥- سياحت نامه إبراهيم بك ج٢	زين العابدين المراغى	ت: محمود سلامة علاوى
٢١٦- جوانب أخرى من حياتهم	مجموعة من المؤلفين	ت: أشرف الصباغ
٢١٧- مسرحيتان طليعتان	ص. بيكيت	ت: نادية البنهاوى
٢١٨- راويلا	خوليو كورتازان	ت: على إبراهيم على منوفى

٢١٩ - بقايا اليريم	كازو ايشجورو	ت: طلعت الشايب
٢٢٠ - الهيلولية في الكون	باري باركر	ت: علي يوسف علي
٢٢١ - شعيرة كفافى	جريجورى جوزدانيس	ت: رفعت سلام
٢٢٢ - فرانز كافكا	رونالد جراى	ت: نسيم مجلى
٢٢٣ - العلم فى مجتمع حر	بول فيرابنر	ت: السيد محمد نقادى
٢٢٤ - دمار يوغسلافيا	برانكا ماجاس	ت: منى عبدالظاهر إبراهيم السيد
٢٢٥ - حكاية غريق	جابريل جارشيا ماركت	ت: السيد عبدالظاهر السيد
٢٢٦ - أرض المساء وقصائد أخرى	ديفيد هريت لورانس	ت: طاهر محمد علي البربري
٢٢٧ - المسرح الإيباني في القرن السابع عشر	موسى مارديا ديف بوركى	ت: السيد عبدالظاهر عبدالله
٢٢٨ - علم الجمالية وعلم اجتماع الفن	جانيت وولف	ت: ماري تيريز عبدالمسيح وخالد حسن
٢٢٩ - مأزق البطل الوحيد	نورمان كيجان	ت: أمير إبراهيم العمرى
٢٣٠ - عن الذباب والقفران والبشر	فرانسواز جاكوب	ت: مصطفى إبراهيم فهمى
٢٣١ - الدرافيل	خايمي سالوم بيدال	ت: جمال أحمد عبدالرحمن
٢٣٢ - ما بعد المعلومات	توم ستينر	ت: مصطفى إبراهيم فهمى
٢٣٣ - فكرة الاضمحلال	أرثر هومان	ت: طلعت الشايب
٢٣٤ - الإسلام في السودان	ج. سينسر تريمنجهام	ت: فؤاد محمد عكود
٢٣٥ - ديوان شمس تبريزى ج ١	جلال الدين مولوى رومى	ت: إبراهيم اللاسوقى شتا
٢٣٦ - الولاية	ميشيل تود	ت: أحمد الطيب
٢٣٧ - مصر أرض الوادى	روبين فيرين	ت: عنايات حسين طلعت
٢٣٨ - العولة والتحرير	الانكتاد	ت: ياسر محمد جادالله وعربى مذبولى أحمد
٢٣٩ - العربى فى الأدب الإسرائيلى	جيلارافر - رايرخ	ت: نادية سليمان حافظ وإيهاب صلاح فايق
٢٤٠ - الإسلام والغرب وإمكانية الحوار	كامى حافظ	ت: صلاح عبدالعزيز محجوب
٢٤١ - فى انتظار البرابرة	ج . م كويتز	ت: ابتسام عبدالله سعيد
٢٤٢ - سبعة أنماط من القموض	وليام إمبسون	ت: صبرى محمد حسن عبدالنبي
٢٤٣ - تاريخ إسبانيا الإسلامية ج١	ليفى بروفنسال	ت: علي عبدالرؤوف اليمى
٢٤٤ - الغليان	لاورا إسكييل	ت: نادية جمال الدين محمد
٢٤٥ - نساء مقاتلات	إيزابيتا أديس	ت: توفيق علي منصور
٢٤٦ - مختارات قصصية	جابريل جارشيا ماركت	ت: علي إبراهيم علي منوفى
٢٤٧ - الثقافة الجماهيرية والحداثة فى مصر	والتر إرمبريست	ت: محمد طارق الشرقاوى
٢٤٨ - حقول عدن الخضراء	أنطونيو جالا	ت: عبداللطيف عبداللطيم عبدالله
٢٤٩ - لغة التمزق	دراجو شتامبوك	ت: رفعت سلام
٢٥٠ - علم اجتماع العلوم	دومنيك فينيك	ت: ماجدة محسن أباطة
٢٥١ - موسوعة علم الاجتماع (ج٢)	جوردن مارشال	ت: بإشراف: محمد الجوهري
٢٥٢ - رائدات الحركة النسوية المصرية	مارجو بدران	ت: علي بدران
٢٥٣ - تاريخ مصر الفاطمية	ل. أ. سيمينتوفا	ت: حسن بيومى
٢٥٤ - الفلسفة	ديف روينسون وجودى جروفز	ت: إمام عبد الفتاح إمام
٢٥٥ - أفلاطون	ديف روينسون وجودى جروفز	ت: إمام عبد الفتاح إمام

٢٥٦- ديكرات	ديف روينسون ، كريس جرات	ت: إمام عبد الفتاح إمام
٢٥٧- تاريخ الفلسفة الحديثة	وليم كلي رايت	ت: محمود سيد أحمد
٢٥٨- الفجر	سير أنجوس فريزر	ت: عبادة كحيلة
٢٥٩- مختارات من الشعر الأرمني عبر العصور	أقلام مختلفة	ت: فاروجان كازانجيان
٢٦٠- موسوعة علم الاجتماع ج٢	جوردن مارشال	ت: باشراف: محمد الجوهري
٢٦١- رحلة في فكر زكي نجيب محمود	زكي نجيب محمود	ت: إمام عبد الفتاح إمام
٢٦٢- مدينة المعجزات	إدوارد مندوثا	ت: محمد أبو العطا عبد الرؤوف
٢٦٣- الكشف عن حافة الزمن	جون جرين	ت: علي يوسف علي
٢٦٤- إبداعات شعرية مترجمة	هوراس/ شلي	ت: لويس عوض
٢٦٥- روايات مترجمة	أوسكار وايلد وصموئيل جونسون	ت: لويس عوض
٢٦٦- مدير المدرسة	جلال آل أحمد	ت: عادل عبدالمنعم سويلم
٢٦٧- فن الرواية	ديفيد لودج	ت: ماهر البطوطي
٢٦٨- ديوان شمس تبريزي ج٢	جلال الدين الرومي	ت: إبراهيم الدسوقي شتا
٢٦٩- وسط الجزيرة العربية وشرقها ج١	وليم چيفور بالجريف	ت: صبري محمد حسن
٢٧٠- وسط الجزيرة العربية وشرقها ج٢	وليم چيفور بالجريف	ت: صبري محمد حسن
٢٧١- الحضارة الغربية	توماس سي. باترسون	ت: شوقي جلال
٢٧٢- الأديرة الأثرية في مصر	س. س والترز	ت: إبراهيم سلامة
٢٧٣- الاستعمار والثورة في الشرق الأوسط	جوان آر. لوك	ت: عنان الشهاوي
٢٧٤- السيدة باربارا	رومولو جلاجوس	ت: محمود مكي
٢٧٥- ت. س إليوت شاعرا وناقدا وكاتب مسرحيا	أقلام مختلفة	ت: ماهر شفيق فريد
٢٧٦- فنون السيتاما	فرانك جوتيران	ت: عبد القادر التمساني
٢٧٧- الجينات: الصراع من أجل الحياة	بريان فورد	ت: أحمد فوزي
٢٧٨- البدايات	إسحق عظيموف	ت: ظريف عبدالله
٢٧٩- الحرب الباردة الثقافية	ف.س. سوندرز	ت: طلعت الشايب
٢٨٠- من الأدب الهندي الحديث والمعاصر	بريم شند وآخرون	ت: سمير عبدالحميد
٢٨١- الفردوس الأعلى	مولانا عبد الحليم شرر الكهنوي	ت: جلال الحفناوي
٢٨٢- طبيعة العلم غير الطبيعية	لويس وليبرت	ت: سمير حنا صادق
٢٨٣- السهل يحترق	خوان رولفو	ت: علي البمبي
٢٨٤- هرقل مجنوننا	يوريبيدس	ت: أحمد عثمان
٢٨٥- رحلة الخواجة حسن نظامي	حسن نظامي	ت: سمير عبد الحميد
٢٨٦- رحلة إبراهيم بك ج٢	زين العابدين المراغي	ت: محمود سلامة علاوي
٢٨٧- الثقافة والعولة والنظام العالمي	انتوني كنج	ت: محمد يحيى وآخرون
٢٨٨- الفن الروائي	ديفيد لودج	ت: ماهر البطوطي
٢٨٩- ديوان منجوهري الدامغاني	أبو نجم أحمد بن قوص	ت: محمد نور الدين عبدالمنعم
٢٩٠- علم اللغة والترجمة	جورج مونا	ت: أحمد زكريا إبراهيم
٢٩١- المسرح الإسباني في القرن العشرين ج١	فرانشيسكو رويس رامون	ت: السيد عبد الظاهر
٢٩٢- المسرح الإسباني في القرن العشرين ج٢	فرانشيسكو رويس رامون	ت: السيد عبد الظاهر

٢٩٣- مقدمة للأدب العربي	روجر ألان	ت: نخبة من المترجمين
٢٩٤- فن الشعر	بولو	ت: رجا ياقوت صالح
٢٩٥- سلطان الأسطورة	جوزيف كامبل	ت: بدر الدين حب الله الديب
٢٩٦- مكبث	وليم شكسبير	ت: محمد مصطفى بدوي
٢٩٧- فن النحو بين اليونانية والسريانية	ديونيسيوس ثراكس - يوسف الأهواني	ت: ماجدة محمد أنور
٢٩٨- أسامة العبيد	أبو بكر تقاوالبليوه	ت: مصطفى حجازي السيد
٢٩٩- ثورة التكنولوجيا الحيوية	جين ل. ماركس	ت: هاشم أحمد فؤاد
٣٠٠- أسطورة برومتيوس مج١	لويس عوض	ت: جمال الجزيري وبهاء چاهين
٣٠١- أسطورة برومتيوس مج٢	لويس عوض	ت: جمال الجزيري و محمد الجندي
٣٠٢- فنجنشتين	جون هيتون وجودي جروفز	ت: إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٣- بوذا	جين هوب وبورن فان لون	ت: إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٤- ماركس	ريوس	ت: إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٥- الجلد	كروزيو مالابارته	ت: صلاح عبد الصبور
٣٠٦- الحماسة - النقد الكانطي للتاريخ	جان - فرانسوا ليونار	ت: نبيل سعد
٣٠٧- الشعور	ديفيد بابينو	ت: محمود محمد أحمد
٣٠٨- علم الوراثة	ستيف جونز	ت: ممدوح عبد المنعم أحمد
٣٠٩- الذهن والمخ	أنجوس چيلاتي	ت: جمال الجزيري
٣١٠- يونج	ناجي هيد	ت: محيي الدين محمد حسن
٣١١- مقال في المنهج الفلسفي	كولنجوود	ت: فاطمة إسماعيل
٣١٢- روح الشعب الأسود	وليم دي بوز	ت: أسعد حليم
٣١٣- أمثال فلسطينية	خاير بيان	ت: عبدالله الجمعي
٣١٤- الفن كعدم	جينس مينيك	ت: هويدا السباعي
٣١٥- جرامشي في العالم العربي	ميشيل برونديتو	ت: كاميليا صبحي
٣١٦- محاكمة سقراط	آ.ف. ستون	ت: نسيم مجلي
٣١٧- بلاغ	شير لايموفا- زنيكين	ت: أشرف الصباغ
٣١٨- الأدب الروسي في السنوات العشر الأخيرة	نخبة	ت: أشرف الصباغ
٣١٩- صور دريدا	جايتري ياسبيفاك وكريستوفر ثوريس	ت: حسام نايل
٣٢٠- لمعة السراج في حضرة التاج	محمد روشن	ت: محمد علاء الدين منصور
٣٢١- تاريخ إسبانيا الإسلامية ج٢	ليفى برو قنسال	ت: نخبة من المترجمين
٣٢٢- وجهات غربية حديثة في تاريخ الفن	دبليو يوجين كلينباور	ت: خالد مفلح حمزه
٣٢٣- فن الساتورا	تراث يوتاني قديم	ت: هانم سليمان
٣٢٤- اللعب بالنار	أشرف أسدي	ت: محمود سلامة علاوي
٣٢٥- عالم الآثار	فيليب بوسان	ت: كرستين يوسف
٣٢٦- المعرفة والمصلحة	جورجين هابرماس	ت: حسن صقر
٣٢٧- مختارات شعرية مترجمة	نخبة	ت: توفيق علي منصور
٣٢٨- يوسف وزليخا	نور الدين عبد الرحمن بن أحمد	ت: عبد العزيز بقوش
٣٢٩- رسائل عيد الميلاد	تد هيوز	ت: محمد عيد إبراهيم
٣٣٠- كل شيء عن القمائل الصامت	مارفن شبرد	ت: سامي صلاح

- ٢٣١- عندما جاء السردى  
٢٣٢- القصة القصيرة فى إسبانيا  
٢٣٣- الإسلام فى بريطانيا  
٢٣٤- لقطات من المستقبل  
٢٣٥- عصر الشك  
٢٣٦- متون الأهرام  
٢٣٧- فلسفة الولاء  
٢٣٨- قصص قصيرة من الهند  
٢٣٩- تاريخ الأدب فى إيران ج٢  
٢٤٠- اضطراب فى الشرق الأوسط  
٢٤١- قصائد من رلكه  
٢٤٢- سلمان وأبسال  
٢٤٣- العالم البرجوازي الزائل  
٢٤٤- الموت فى الشمس  
٢٤٥- الركض خلف الزمن  
٢٤٦- سحر مصر  
٢٤٧- الصبية الطاشون  
٢٤٨- المتصوفة الأولون فى الأدب التركى ج١  
٢٤٩- دليل القارئ إلى الثقافة الجادة  
٢٥٠- بانوراما الحياة السياحية  
٢٥١- ميادئ المنطق  
٢٥٢- قصائد من كفافيس  
٢٥٣- الفن الإسلامى فى الأندلس (الزخرفة الهندسية)  
٢٥٤- الفن الإسلامى فى الأندلس (الزخرفة النباتية)  
٢٥٥- التيارات السياسية فى إيران  
٢٥٦- الميراث المر  
٢٥٧- متون هيرميس  
٢٥٨- أمثال الهوسا العامة  
٢٥٩- محاورات بارمنيدس  
٢٦٠- أنثروبولوجيا اللغة  
٢٦١- التصحر: التهديد والمجابهة  
٢٦٢- تلميذ بابنبيرج  
٢٦٣- حركات التحرر الأفريقى  
٢٦٤- حادثة شكسبير  
٢٦٥- سام باريس  
٢٦٦- نساء يركضن مع الذئاب  
٢٦٧- القلم الجرىء  
٢٦٨- المصطلح السردى  
ستيفن جراى  
نخبة  
نبيل مطر  
آرثر س كلارك  
ناتالى ساروت  
نصوص قديمة  
جوزايا رويس  
نخبة  
على أصغر حكمت  
بيرش بيربيروجلو  
راينر ماريا رلكه  
نور الدين عبدالرحمن بن أحمد  
نادين جورديمر  
بيتر بلانجوه  
بونه ندائى  
رشاد رشدى  
جان كوكتو  
محمد فؤاد كوبريلى  
آرثر والدرون وآخرون  
أقلام مختلفة  
جوزايا رويس  
قسطنطين كفافيس  
باسيليو يابون مالدوناند  
باسيليو يابون مالدوناند  
حجت مرتضى  
بول سالم  
نصوص قديمة  
نخبة  
أقلاطون  
أندريه جاكوب ونويلا باركان  
آلان جرينجر  
هاينرش شيبورال  
ريتشارد جيبسون  
إسماعيل سراج الدين  
شارل بودليير  
كلاريسا بنكولا  
نخبة  
جيرالد برنس  
ت: سامية دياب  
ت: على إبراهيم على منوفى  
ت: بكر عباس  
ت: مصطفى فهمى  
ت: فتحى العشرى  
ت: حسن صابر  
ت: أحمد الأنصارى  
ت: جلال السعيد الحقاوى  
ت: محمد علاء الدين منصور  
ت: فخرى لبيب  
ت: حسن حلمى  
ت: عبد العزيز يقوش  
ت: سمير عبد ربه  
ت: سمير عبد ربه  
ت: يوسف عبد الفتاح فرج  
ت: جمال الجزيرى  
ت: بكر الطو  
ت: عبدالله أحمد إبراهيم  
ت: أحمد عمر شاهين  
ت: عطية شحاتة  
ت: أحمد الانصارى  
ت: نعيم عطية  
ت: على إبراهيم على منوفى  
ت: على إبراهيم على منوفى  
ت: محمود سلامة علاوى  
ت: بدر الرفاعى  
ت: عمر الفاروق عمر  
ت: مصطفى حجازى السيد  
ت: حبيب الشارونى  
ت: لىلى الشربينى  
ت: عاطف معتمد وآمال شاوهر  
ت: سيد أحمد فتح الله  
ت: صبرى محمد حسن  
ت: نجلاء أبو عجاج  
ت: محمد أحمد حمد  
ت: مصطفى محمود محمد  
ت: البراق عبدالهادى رضا  
ت: عابد خزندار

٢٦٩- المرأة في أدب نجيب محفوظ	فوزية العشماوى
٢٧٠- الفن والحياة في مصر الفرعونية	كلير لا لويت
٢٧١- المتصوفة الأولون في الأدب التركى ج ٢	محمد فؤاد كوبرلى
٢٧٢- عاش الشباب	وانغ مينغ
٢٧٣- كيف تعد رسالة دكتوراه	أميرتو إيكو
٢٧٤- اليوم السادس	أندرية شديد
٢٧٥- الظلود	ميلان كونديرا
٢٧٦- الغضب وأحلام السنين	نخبة
٢٧٧- تاريخ الأدب في إيران ج ٤	على أصغر حكمت
٢٧٨- المسافر	محمد إقبال
٢٧٩- ملك في الحديقة	سنيل باث
٢٨٠- حديث عن الخسارة	جونتر جراس
٢٨١- أساسيات اللغة	ر.ل. تراسك
٢٨٢- تاريخ طبرستان	بهاء الدين محمد إسفنديار
٢٨٣- هدية الحجاز	محمد إقبال
٢٨٤- القصص التي يحكيها الأطفال	سوزان إنجيل
٢٨٥- مشترى العشق	محمد على بهزادراد
٢٨٦- دفاعاً عن التاريخ الأدبي النسوى	جائيت تود
٢٨٧- أغنيات وسوناتات	جون دن
٢٨٨- مواعظ سعدى الشيرازى	سعدى الشيرازى
٢٨٩- من الأدب الباكستانى المعاصر	نخبة
٢٩٠- الأرشيفات والمدن الكبرى	نخبة
٢٩١- الحافلة الليكبة	مايف بيششى
٢٩٢- مقامات ورسائل أندلسية	نخبة
٢٩٣- في قلب الشرق	ندوة لويس ماسينيون
٢٩٤- القوى الأساسية الأربع في الكون	بول ديفيز
٢٩٥- لام سياوش	إسماعيل فصيح
٢٩٦- السافاك	تقى نجارى راد
٢٩٧- نيتشه	لورانس جين
٢٩٨- سارتر	فيليب تودى
٢٩٩- كامى	ديفيد ميروفتس
٤٠٠- عومو	مسيائيل إنده
٤٠١- الرياضيات	زيادون ساردر
٢٦٩- فوزية العشماوى	ت: فوزية العشماوى
٢٧٠- قاطمة عبدالله محمود	ت: قاطمة عبدالله محمود
٢٧١- عبدالله أحمد إبراهيم	ت: عبدالله أحمد إبراهيم
٢٧٢- وحيد السعيد عبدالحميد	ت: وحيد السعيد عبدالحميد
٢٧٣- علي إبراهيم على منوفى	ت: علي إبراهيم على منوفى
٢٧٤- حمادة إبراهيم	ت: حمادة إبراهيم
٢٧٥- خالد أبو اليزيد	ت: خالد أبو اليزيد
٢٧٦- إدوار الخراط	ت: إدوار الخراط
٢٧٧- محمد علاء الدين منصور	ت: محمد علاء الدين منصور
٢٧٨- يوسف عبدالفتاح فرج	ت: يوسف عبدالفتاح فرج
٢٧٩- جمال عبدالرحمن	ت: جمال عبدالرحمن
٢٨٠- شيرين عبدالسلام	ت: شيرين عبدالسلام
٢٨١- رانيا إبراهيم يوسف	ت: رانيا إبراهيم يوسف
٢٨٢- أحمد محمد نادى	ت: أحمد محمد نادى
٢٨٣- سمير عبدالحميد إبراهيم	ت: سمير عبدالحميد إبراهيم
٢٨٤- إيزابيل كمال	ت: إيزابيل كمال
٢٨٥- يوسف عبدالفتاح فرج	ت: يوسف عبدالفتاح فرج
٢٨٦- ريهام حسين إبراهيم	ت: ريهام حسين إبراهيم
٢٨٧- بهاء جاهين	ت: بهاء جاهين
٢٨٨- محمد علاء الدين منصور	ت: محمد علاء الدين منصور
٢٨٩- سمير عبدالحميد إبراهيم	ت: سمير عبدالحميد إبراهيم
٢٩٠- عثمان مصطفى عثمان	ت: عثمان مصطفى عثمان
٢٩١- منى الدروبي	ت: منى الدروبي
٢٩٢- عبداللطيف عبدالحميد	ت: عبداللطيف عبدالحميد
٢٩٣- نخبة	ت: نخبة
٢٩٤- هاشم أحمد محمد	ت: هاشم أحمد محمد
٢٩٥- سليم حمدان	ت: سليم حمدان
٢٩٦- محمود سلامة علاوى	ت: محمود سلامة علاوى
٢٩٧- إمام عبدالفتاح إمام	ت: إمام عبدالفتاح إمام
٢٩٨- إمام عبدالفتاح إمام	ت: إمام عبدالفتاح إمام
٢٩٩- إمام عبدالفتاح إمام	ت: إمام عبدالفتاح إمام
٤٠٠- باهر الجوهري	ت: باهر الجوهري
٤٠١- ممدوح عبد المنعم	ت: ممدوح عبد المنعم

التنفيذ والطباعة، Stampa

١١ ميدان سفتكس - المهندسين

تليفون، 3448824 - 3034408